



Universitat de Lleida

Síntesis, propiedades, caracterización y aplicaciones químicas de novedosos disolventes eutécticos profundos: DES (Deep Eutectic Solvents)

Paulo César Torres Palacio

<http://hdl.handle.net/10803/673075>

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

Capítulo 1

Sección: Anexos

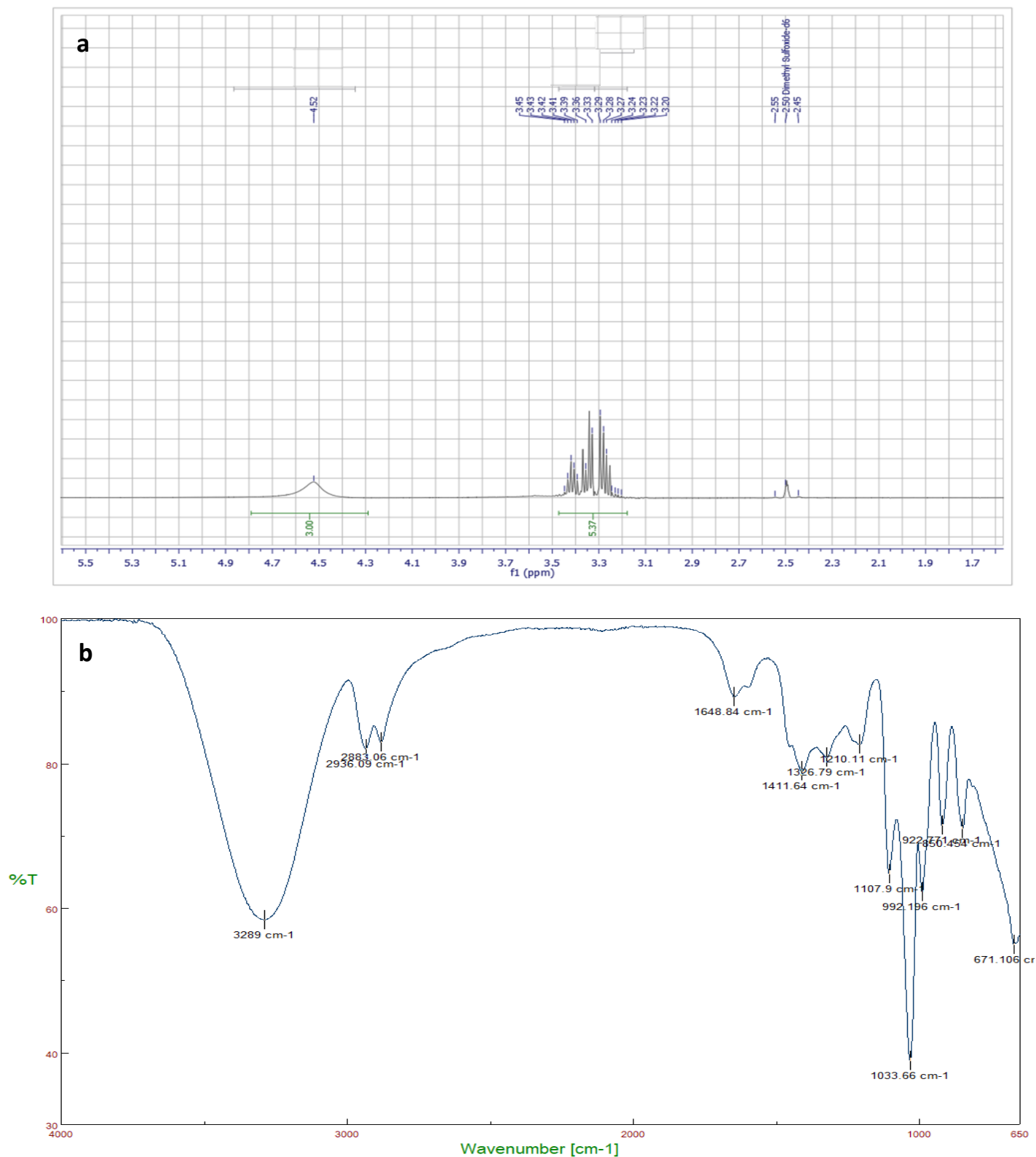


Figura A1: a) ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) espectro del glicerol (1), obtenido a partir de la hidrólisis de grasa animales no comestibles. b) Espectro FT-IR del glicerol (1) obtenido a partir de la hidrólisis de grasa animales no comestibles.

Capítulo 2

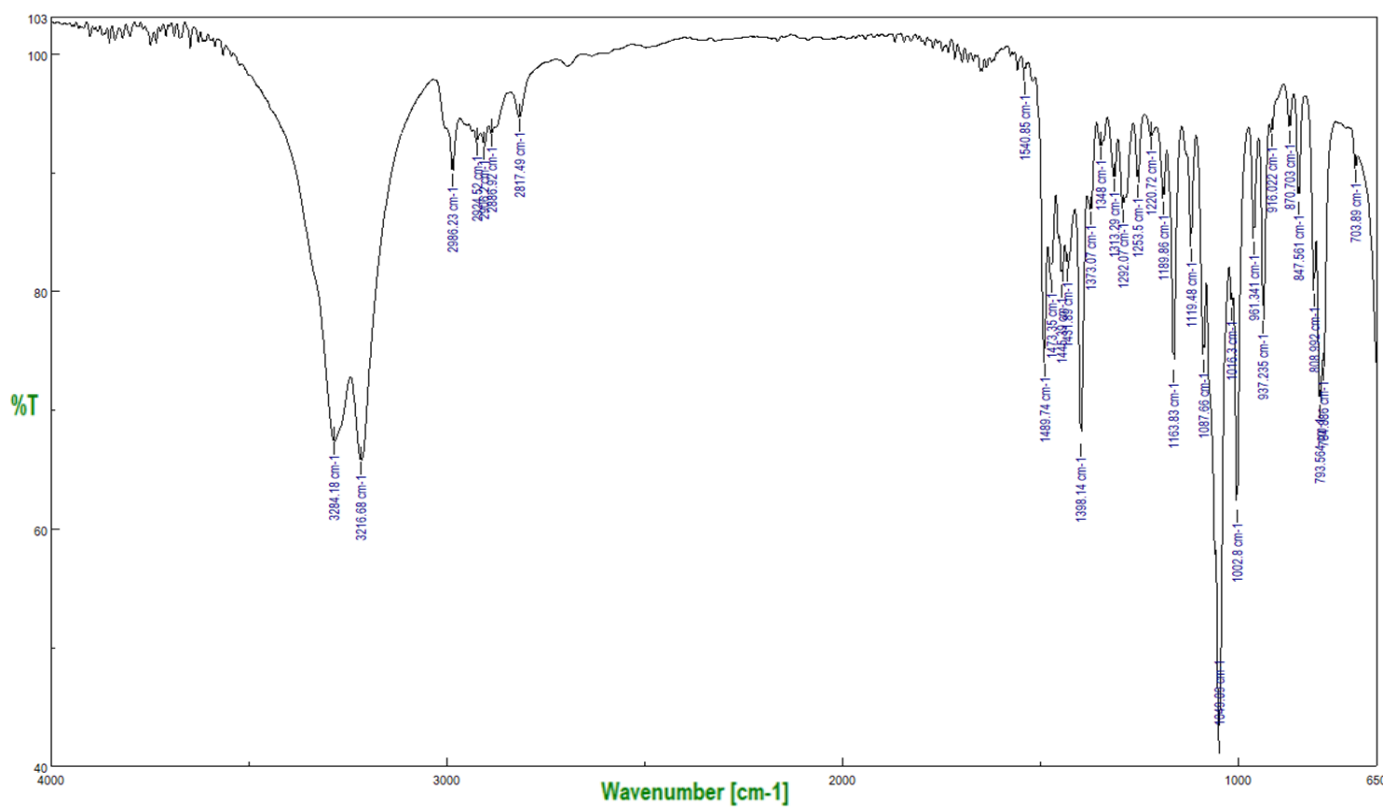


Figura A2. Espectro FT-IR de (3).

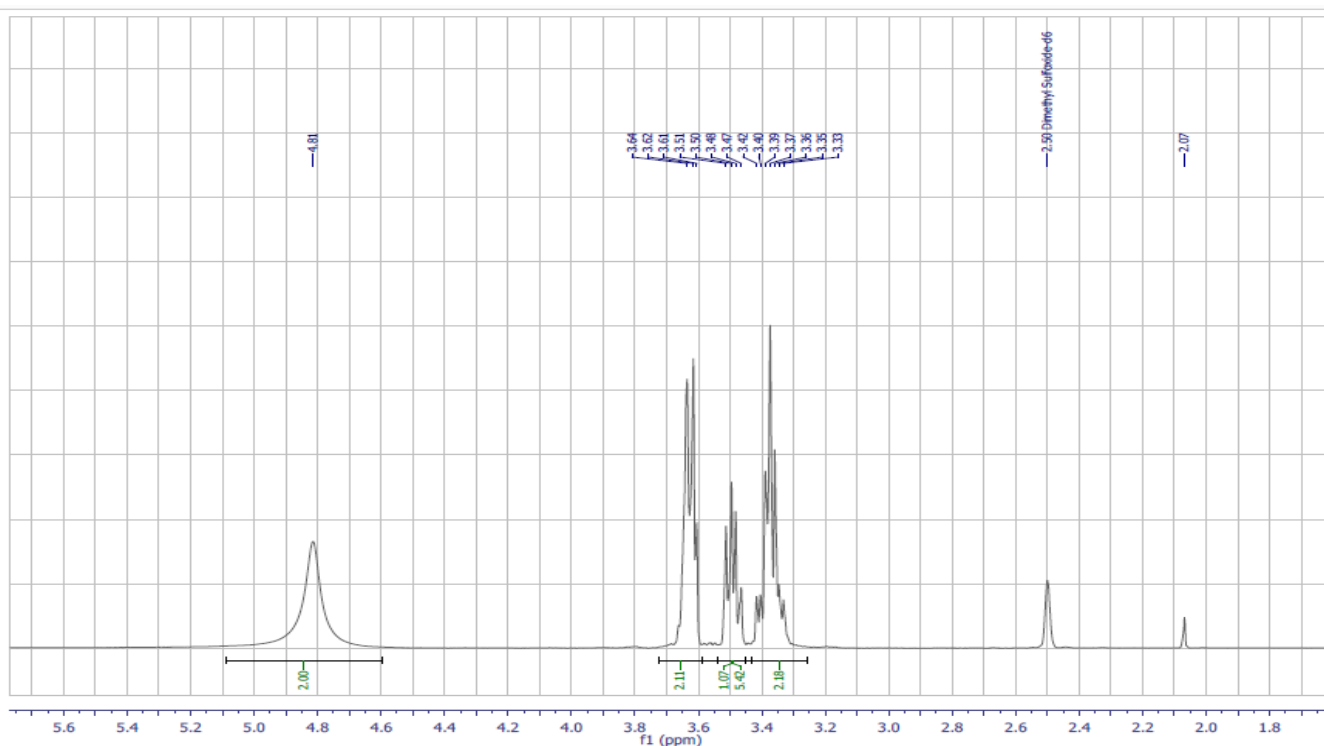


Figura A3. Espectro ^1H RMN (400 MHz DMSO- d_6) del cloroalcohol (2).

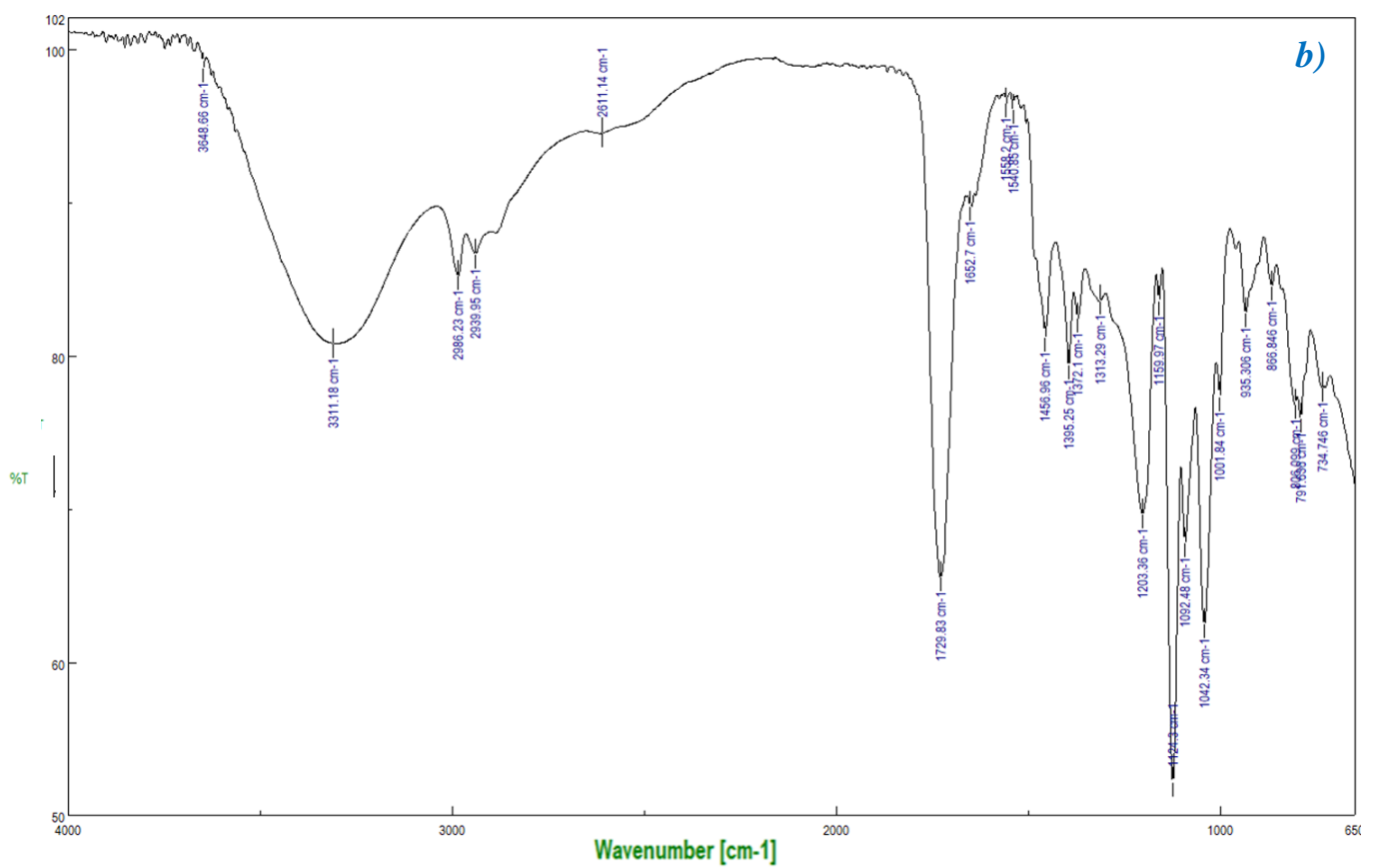
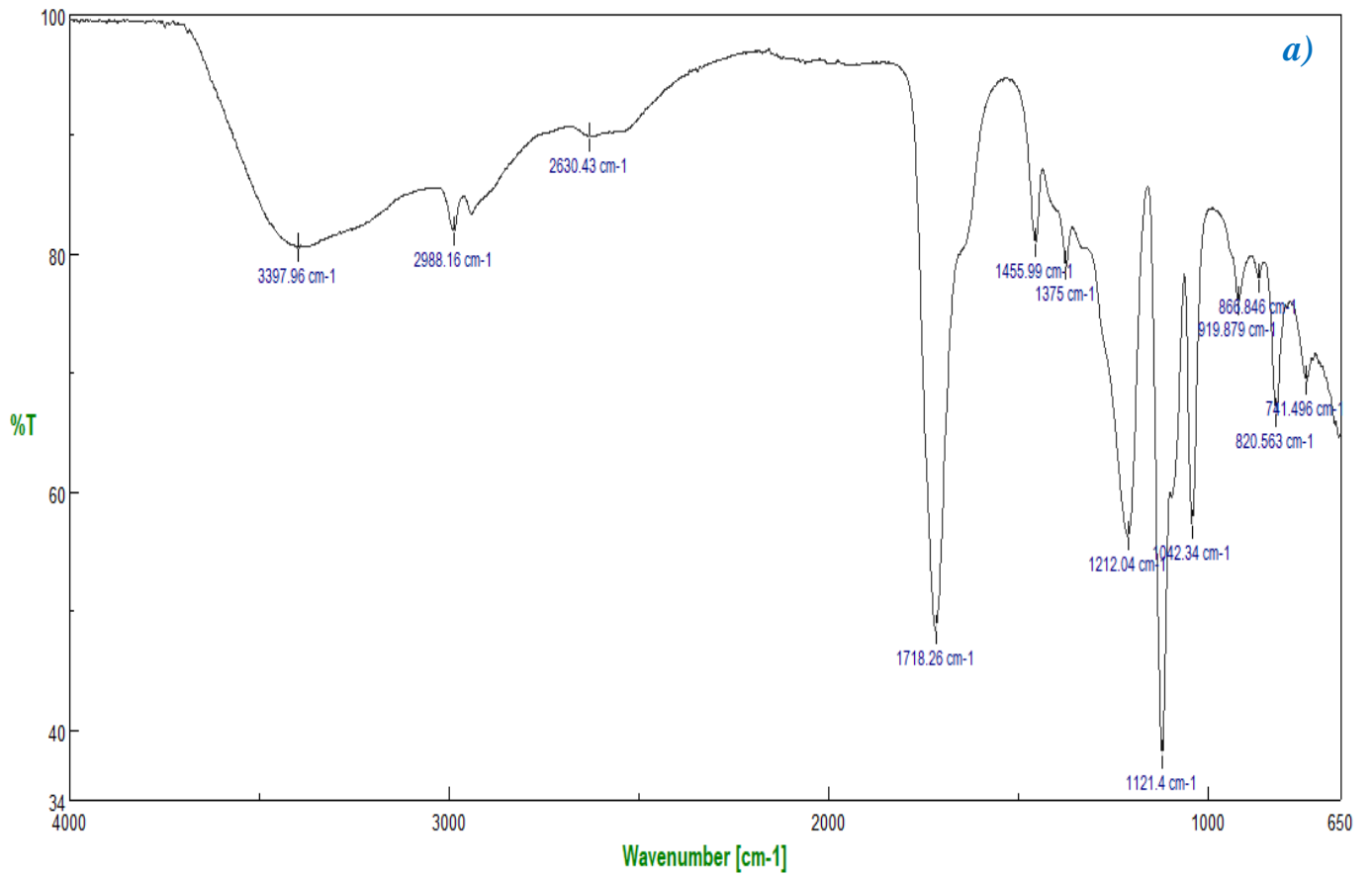


Figura A4: a) Espectro FT-IR del ácido láctico (5). b) Espectro FT-IR del DES 1.

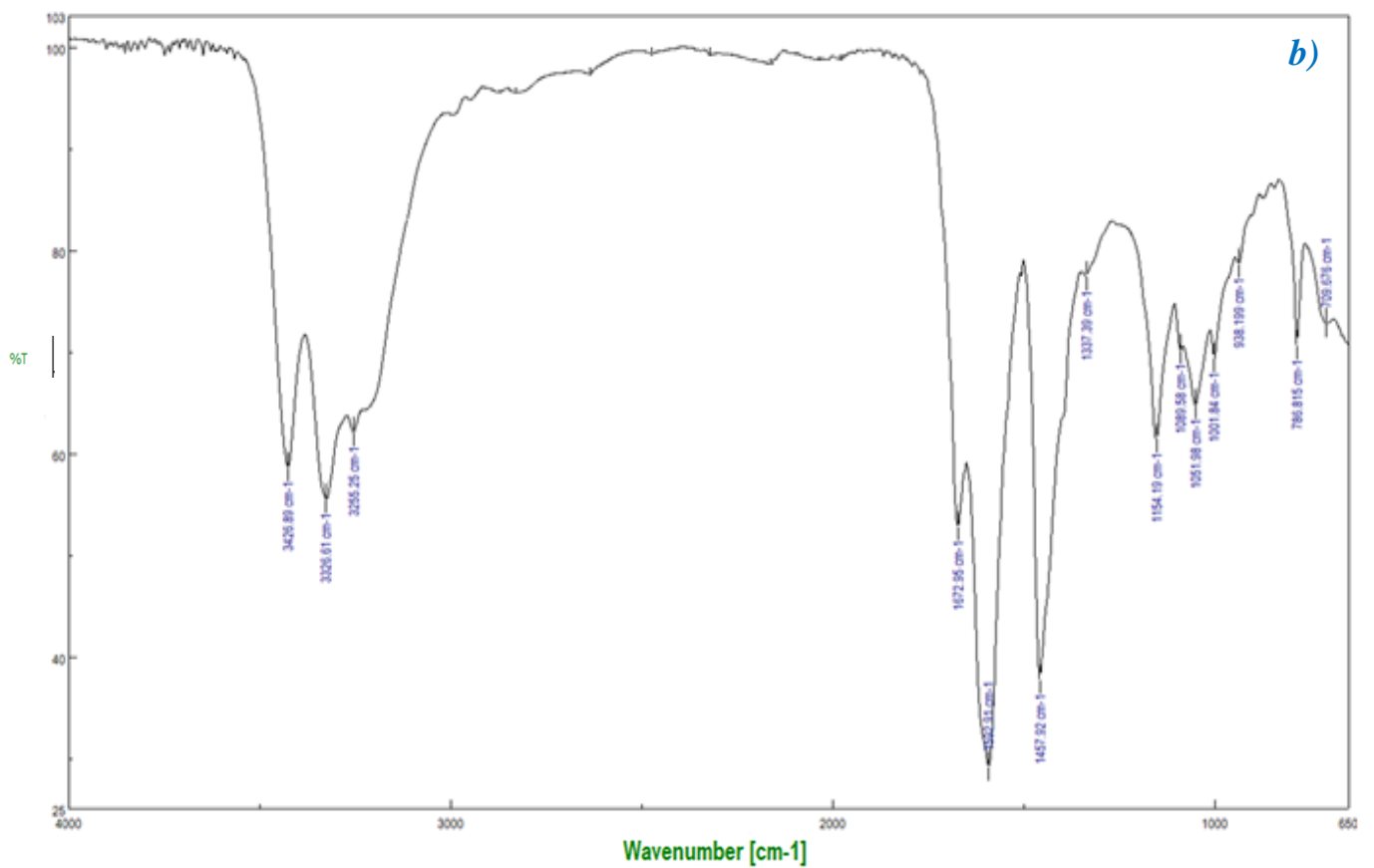
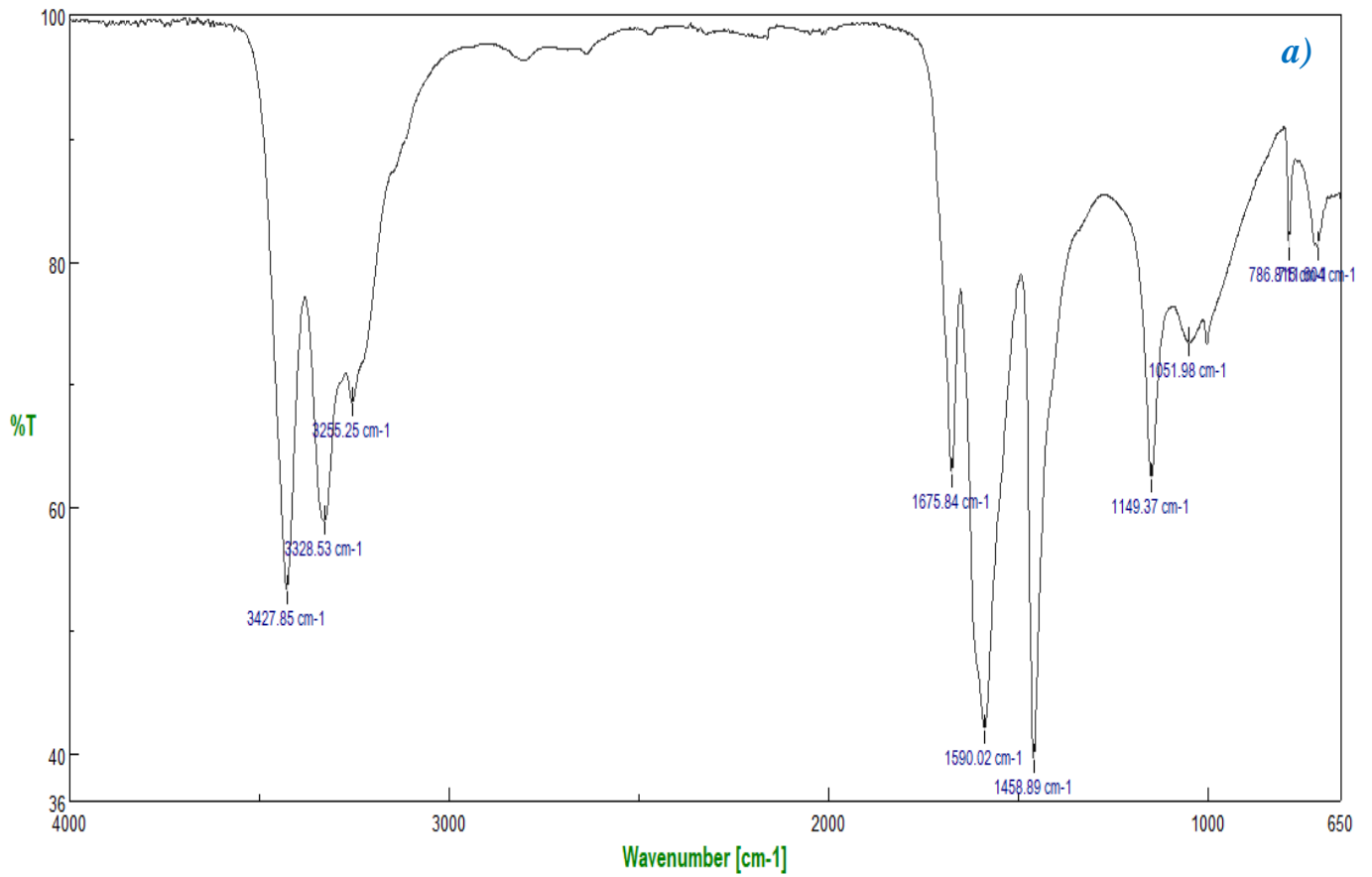


Figura A5: a) Espectro FT-IR de la urea (6). b) Espectro FT-IR del DES 2.

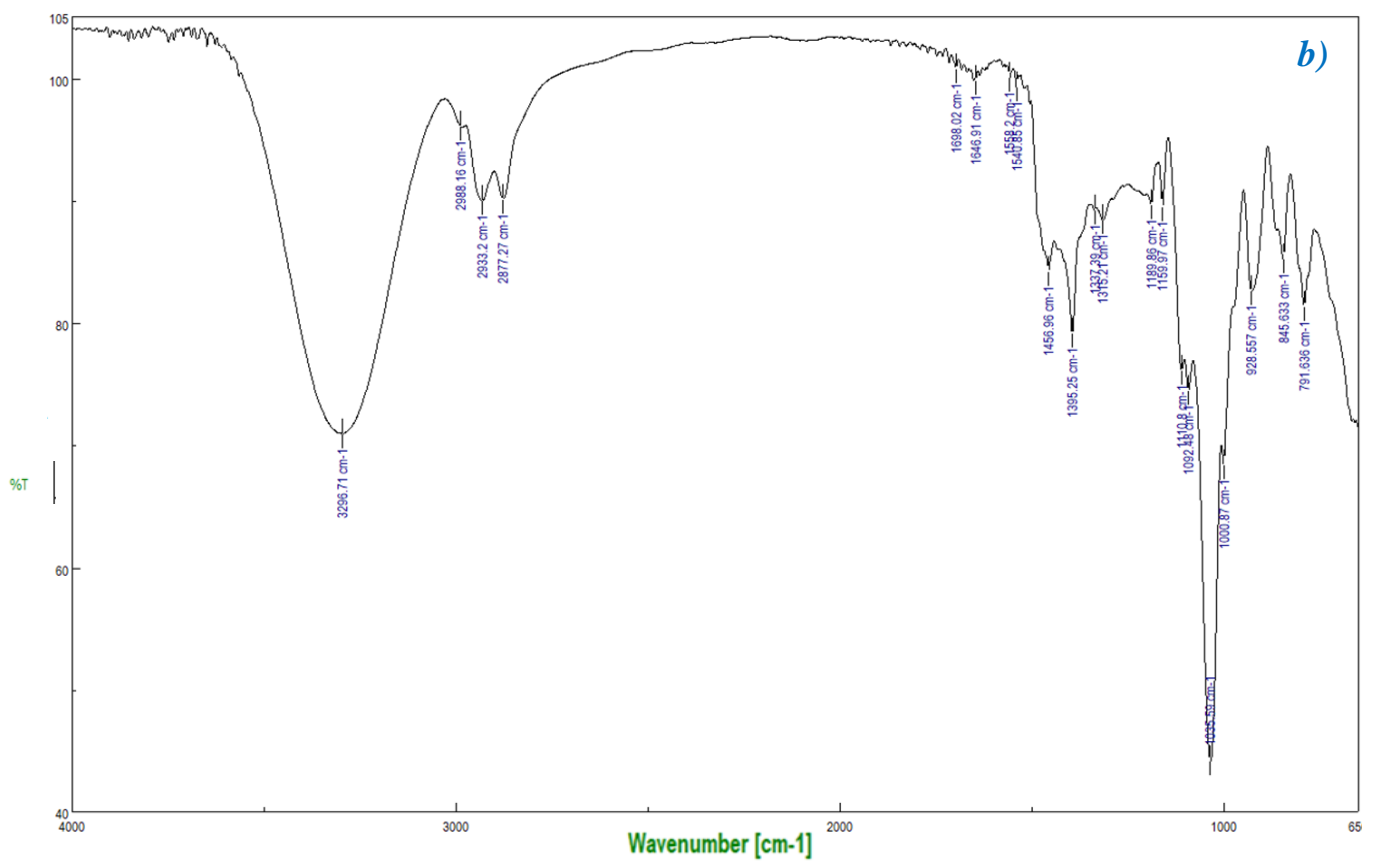
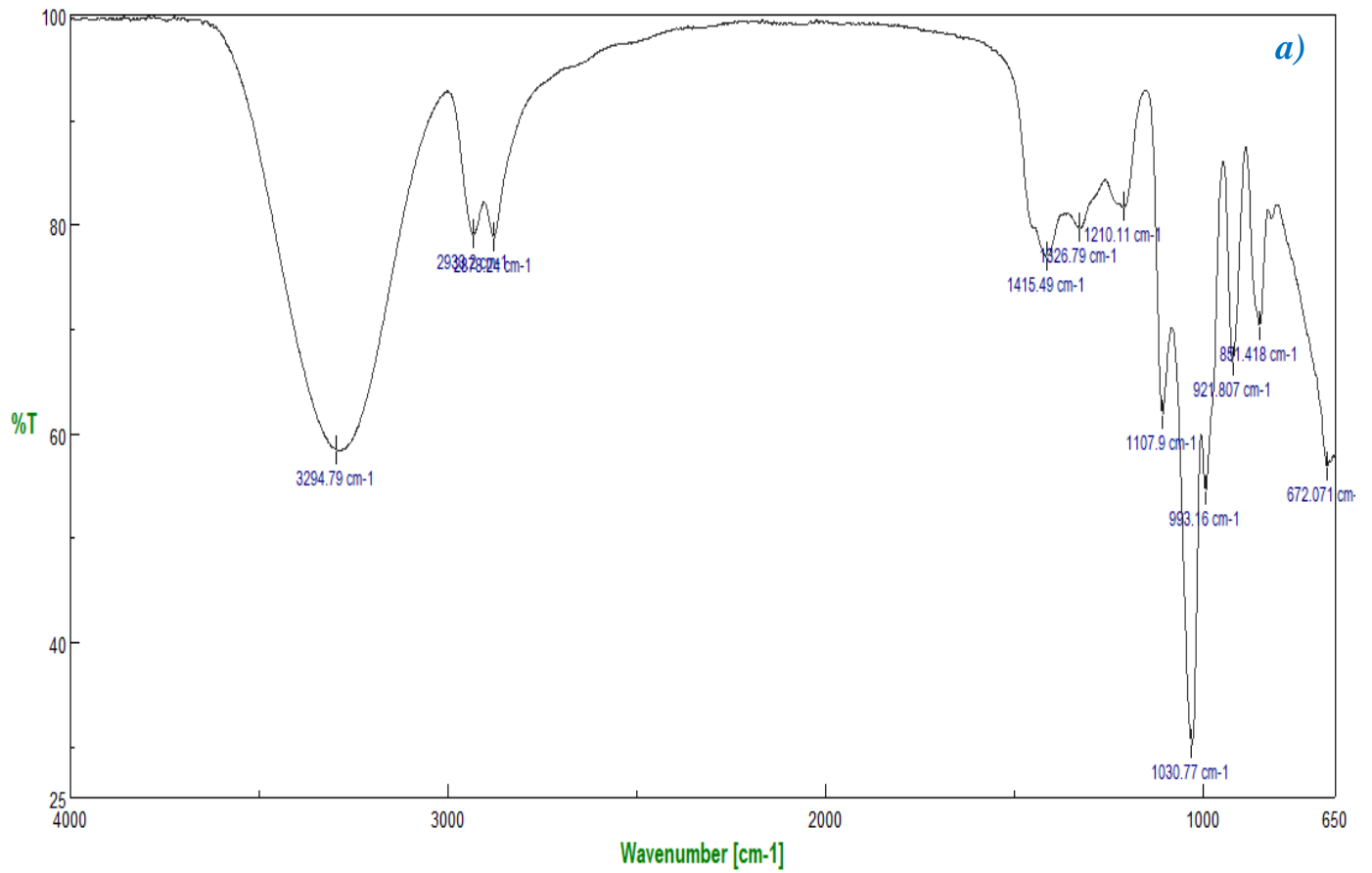


Figura A6: a) Espectro FT-IR del glicerol.(1) b) Espectro FT-IR del DES 3.

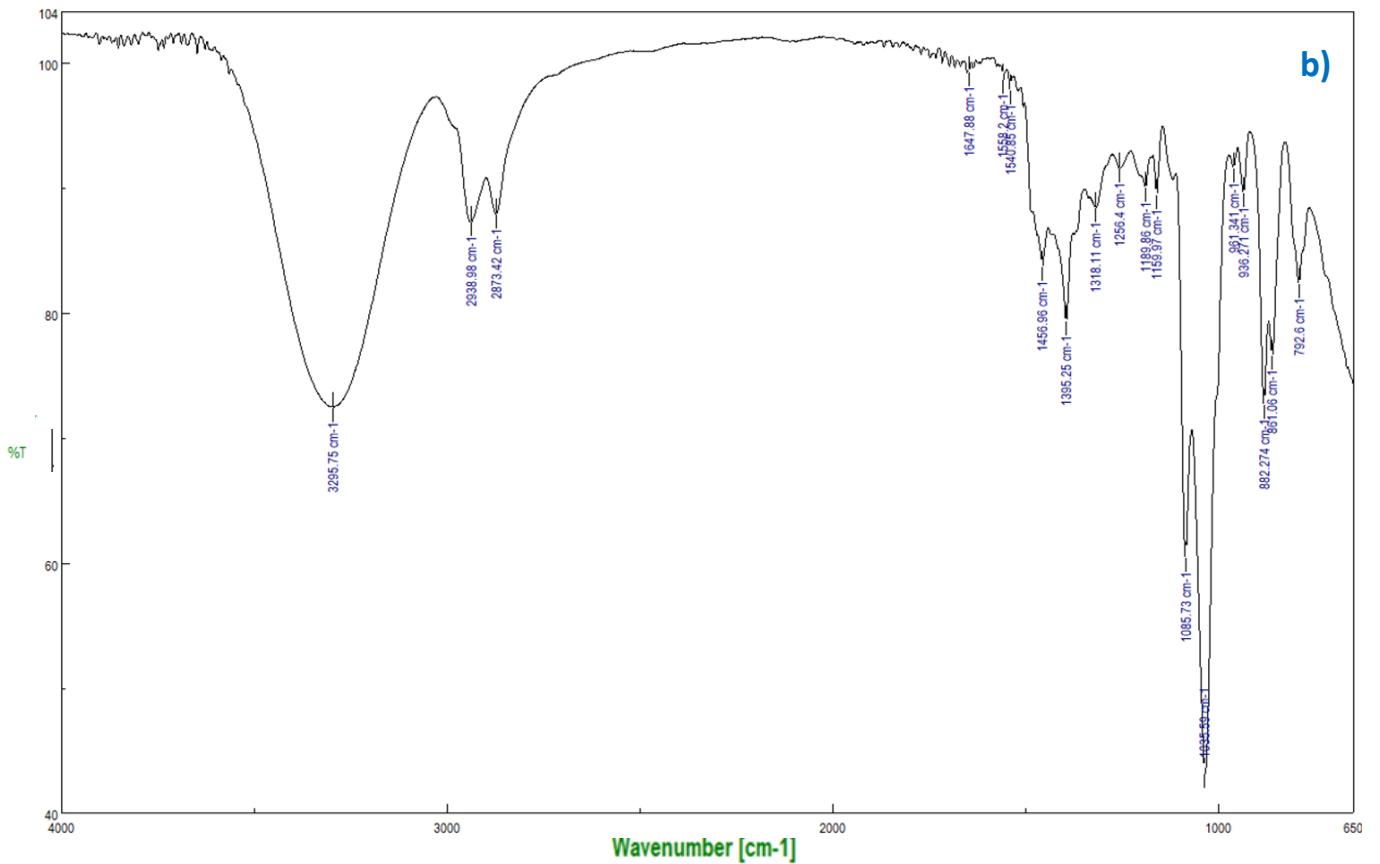
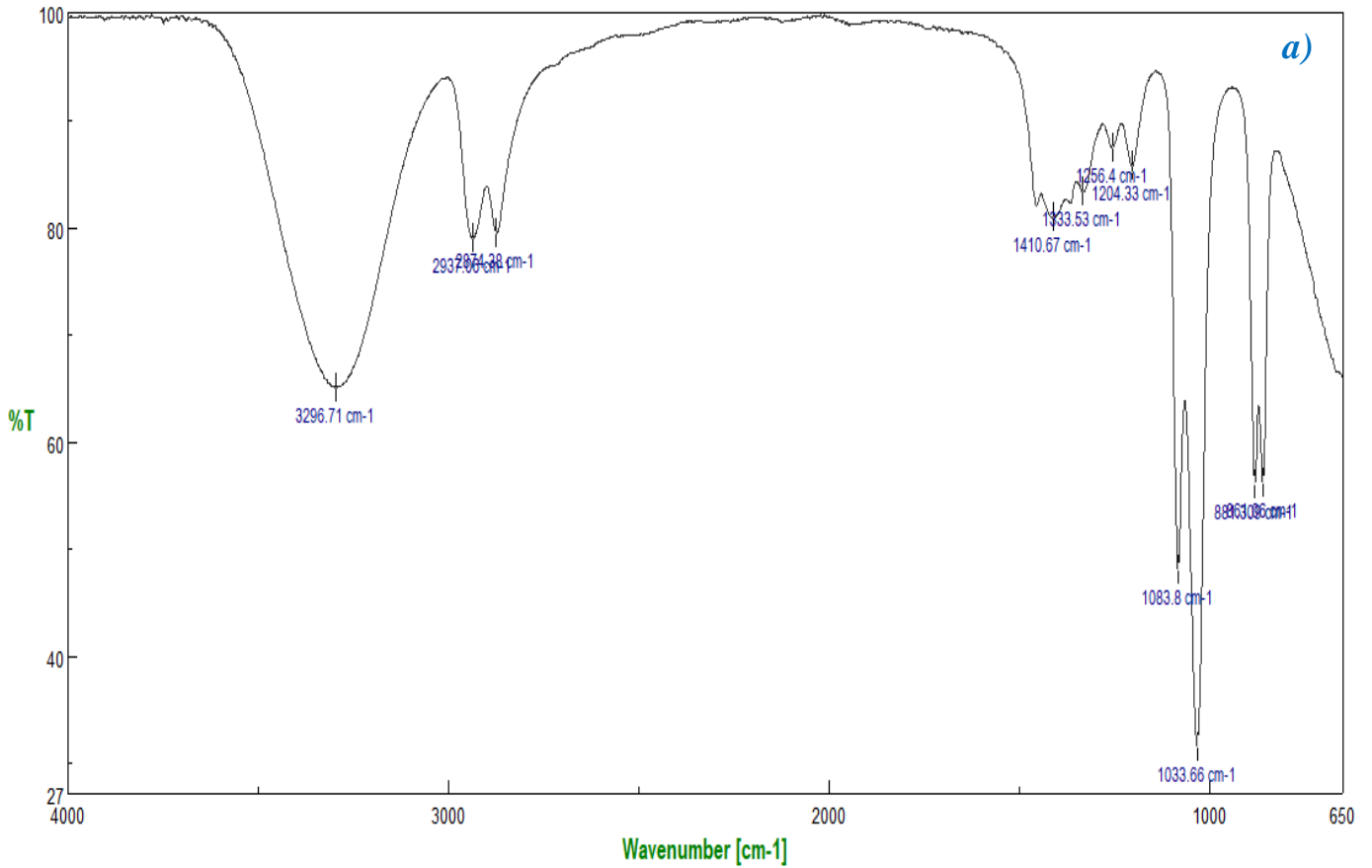


Figura A7: a) Espectro FT-IR del etilenglicol (7). b) Espectro FT-IR del DES (4).

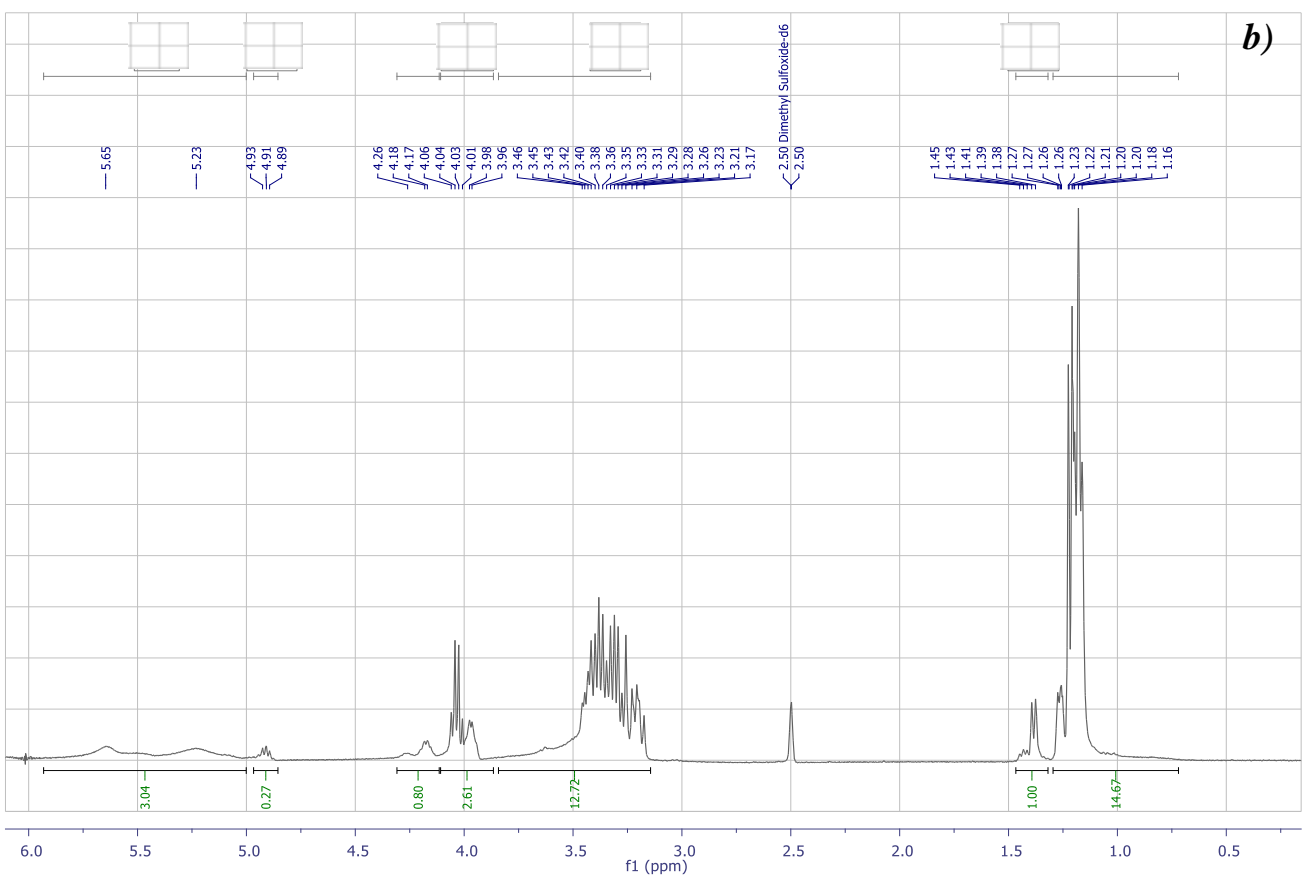
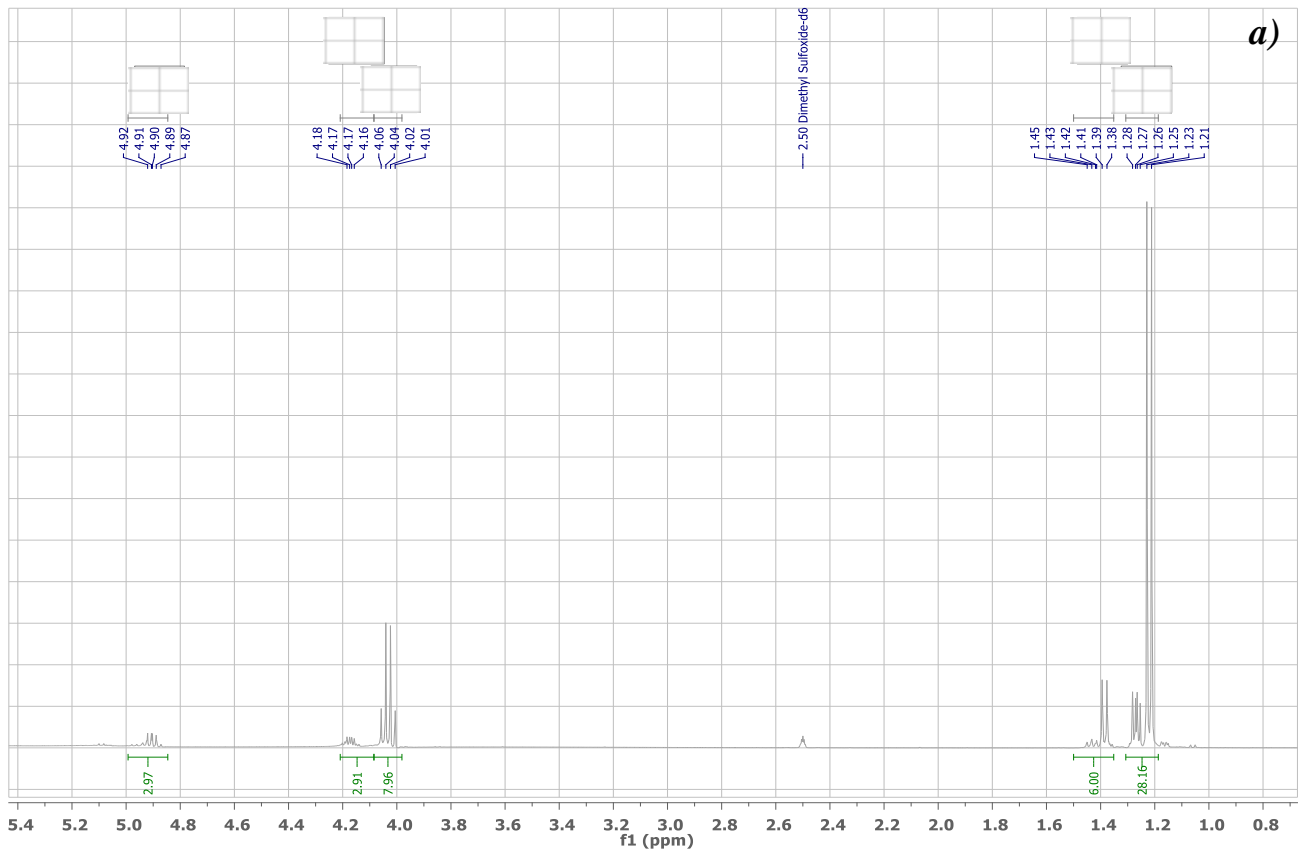


Figura A8: a) ^1H RMN (Dmsó d_6 , 400 MHz) Espectro del ácido láctico (5). **b)** ^1H RMN (Dmsó d_6 , 400 MHz) Espectro del DES 1.

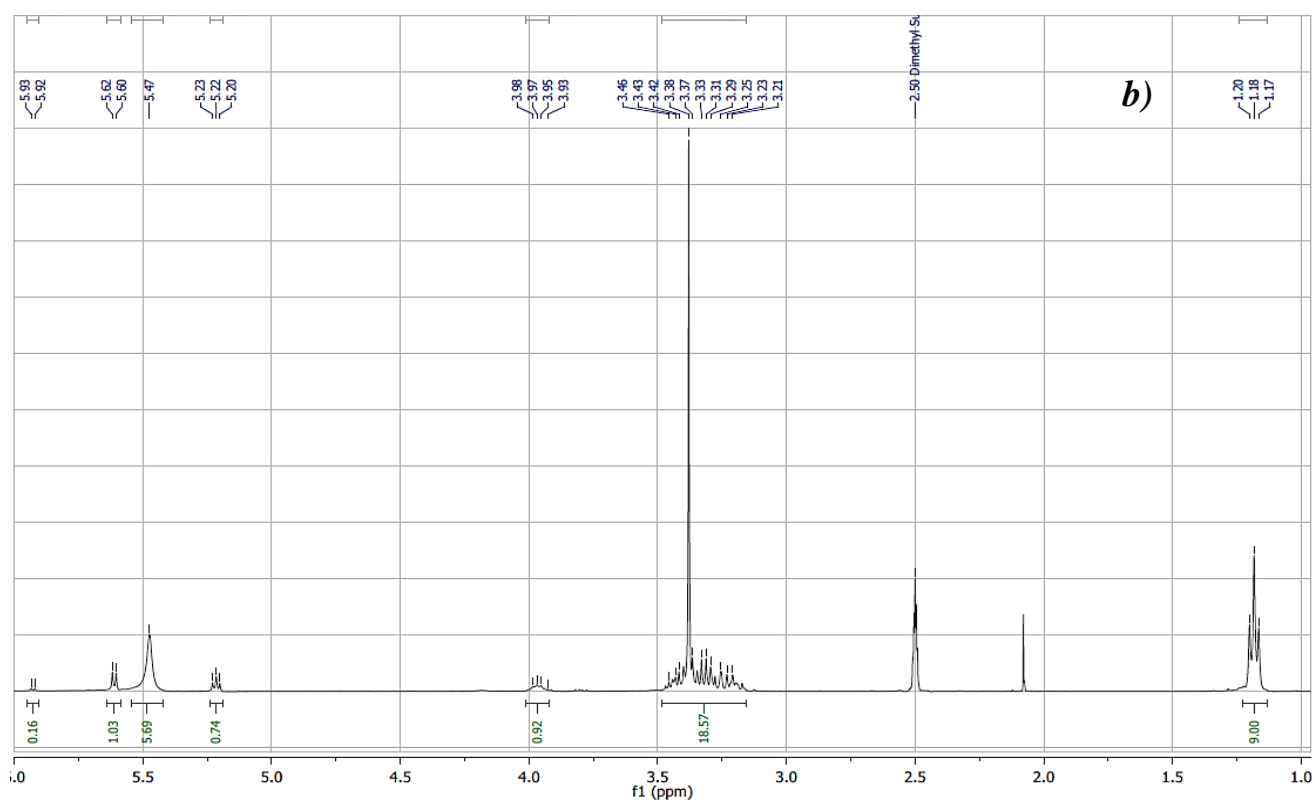
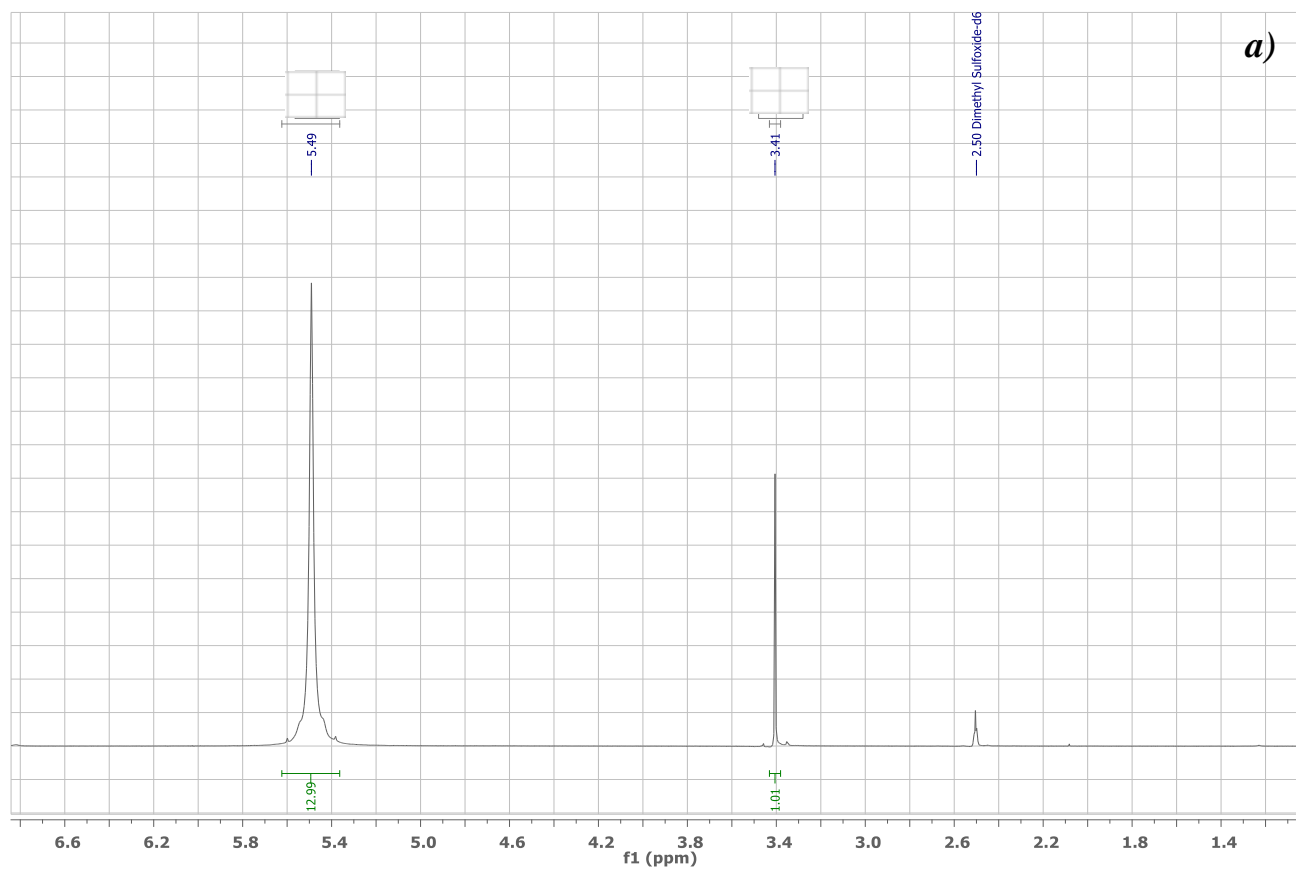


Figura A9: a) ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) Espectro de la urea **(6)**. **b)** ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) Espectro del DES 2.

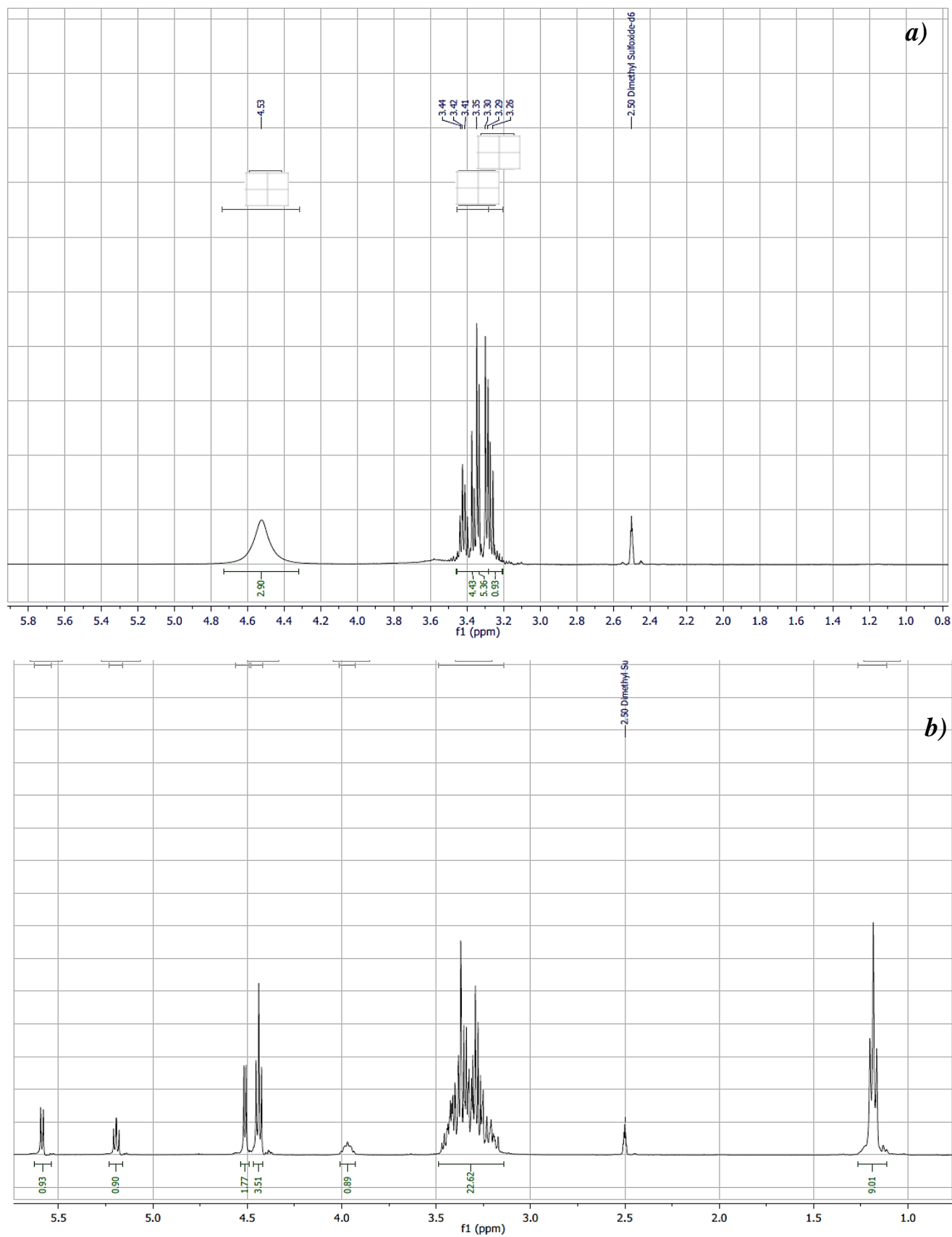


Figura A10: a) ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) Espectro del glicerol comercial. b) ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) Espectro del DES 3.

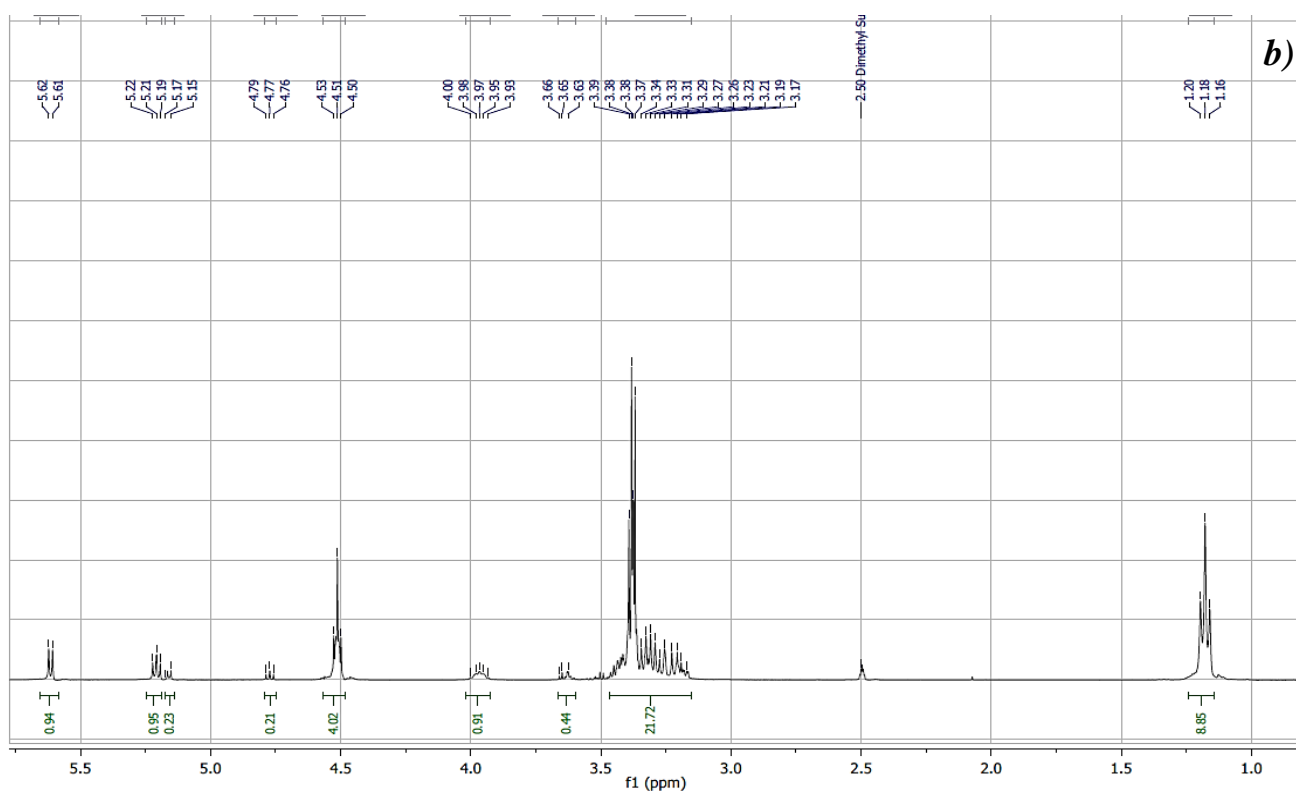
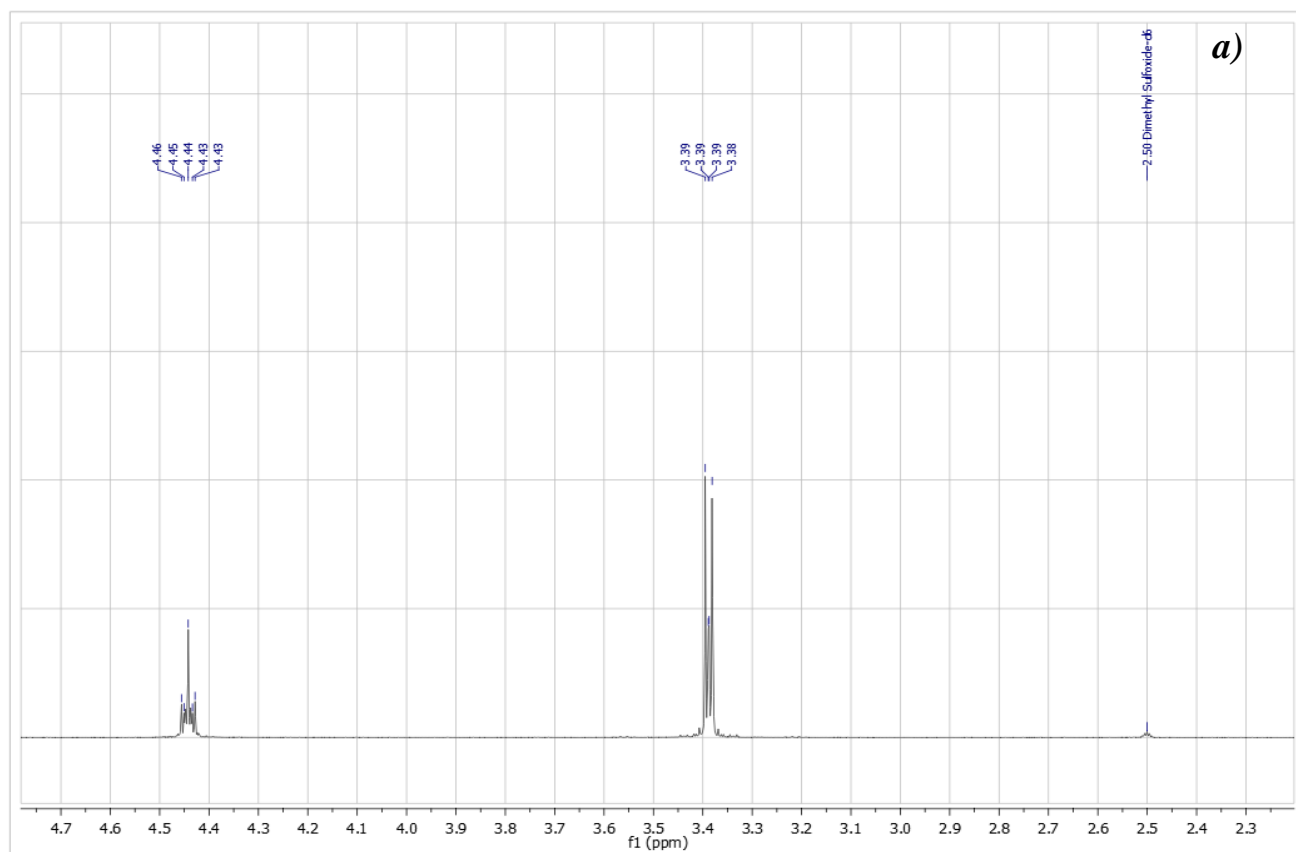


Figura A11: a) ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) Espectro del etilenglicol (7). **b)** ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) Espectro del DES 4.

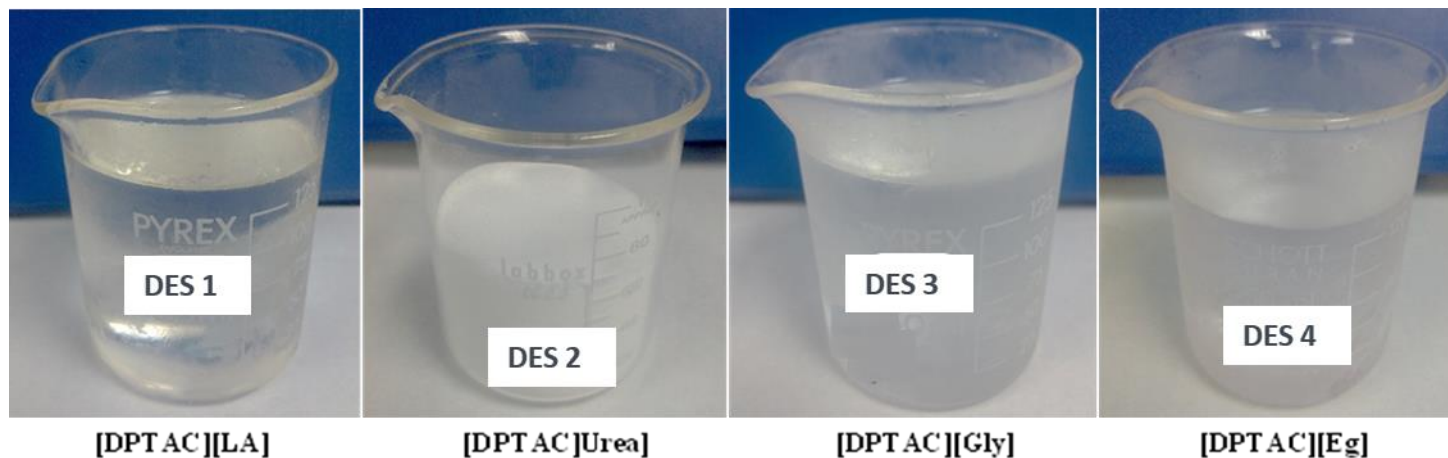


Figura A12: DES preparados entre (3) con diferentes donores de hidrógeno.

Tabla A1: Asignación de señales en los espectros de ^1H -RMN del compuesto (3) antes y después de la formación de cada mezcla eutéctica.

Antes de la mezcla eutéctica			Después de la mezcla eutéctica											
(3)			[DPTAC][LA]			[DPTAC][Urea]			[DPTAC][Gly]			[DPTAC][EG]		
δ (ppm)	shape	asignación	δ (ppm)	shape	Asignación	δ (ppm)	shape	Asignación	δ (ppm)	shape	Asignación	δ (ppm)	shape	Asignación
1,18	t	9H	1,26	m	12H	1,20	t	9H	1,16	t	9H	1,18	T	9H
3,03	q	1H	3,34	m	10H	3,34,	m	18H	3,32	m	22H	3,29	m	22H
3,25	dd	1H	4,02	m	2H	3,95	dd	1H	3,97	m	1H	3,64	m	1H
3,39	m	3H	4,18	m	1H	5,21	t	1H	4,44	t	3H	3,97	m	1H
3,48	dd	3H	4,91	m	1H	5,51	bs	4H	4,51	d	1H	4,51	t	4H
3,56	m	1H							4,77	t	1H			
3,63	q	1H												
3,96	m	1H												
5,28	t	OH	5,23	bs	OH	5,61	d	OH	5,19	dd	OH	5,21	t	OH
5,74	d	OH	5,65	bs	OH	5,93	d	OH	5,59	d	OH	5,61	d	OH

Tabla A2: Asignación de las bandas de los espectros FT-IR de (3) antes y después de la formación de cada mezcla eutéctica.

Antes de la mezcla eutéctica		Después de la mezcla eutéctica							
(3)		[DPTAC][LA]		[DPTAC][Urea]		[DPTAC][Gly]		[DPTAC][EG]	
cm ⁻¹	grupo	cm ⁻¹	group	cm ⁻¹	grupo	cm ⁻¹	grupo	cm ⁻¹	grupo
3284,18	(OH)	3331,18	(OH)	3426,89	(N-H)	3296,71	(OH)	3295,75	(OH)
3216,68	(OH)	2986,23	(CH ₃)	3326,61	(N-H)	2933,20	(CH ₂)	2938,98	(CH)
2986,23	(C-H alkyl)	1456,96	(CH ₃)	3255,25	(N-H ₂)	2877,21	(N ⁺ -CH)	2873,42	(CH)
2924,52	(C-H alkyl)	1372,10	(CH ₃)	1154,19	(N-H ₂)	1456,96	(CH ₂)	1456,96	(CH ₂)
2885,92	(N ⁺ CH)	1729,83	(C=O)	1672,95	(C=O)	1395,25	(N-CH ₃)	1395,25	(N-CH ₃)
2817,49	(N ⁺ CH)	1203,36	(C-O)	1457,92	(C-N)	1337,39	(CH ₂)	1256,40	(CH ₂)
1489,74	((CH ₂) ₃ -N ⁺)	1124,30	(C-O)	1089,58	(C-N)	1159,97	(C-N)	1159,97	(C-N)
1398,14	(CH ₂ -N)	1042,34	(C-O)	1001,84	(C-N)	1092,48	(C-N)	1085,73	(-C-O)
1373,07	(C-N)			786,81	(H ₂ N-CO)	1110,80	(C-O)	1035,59	(O-C-C-O)
1292,07	(C-N)					1035,59	(C-O)	882,27	(CH ₂)
1163,83	(C-N)					1000,87	((CH ₂) ₃ -N ⁺)	861,06	(C-C)
1087,66	(C-N)					928,55	(C-OH)		
1150,83	(C-O-C)					845,63	(-O-C ₂ H ₄)		
1040,0	(CO)								
1002,8	((CH ₂) ₃ -N ⁺)								
961,34	(C-C)								
937,23	(C-C)								
847,56	(CH)								
793,56	(γ CH ₂)								
703,89	(CH ₂)								

Capítulo 3.

Tabla A3: Contenido total de material lignocelulósico en las muestras de ramas frutales.

Muestra	% hemicelulosa	% celulosa	% lignina
Albaricoque	27	37	14
Ciruelo	10	41	26
Durazno	10	40	18
Nectarina	10	41	16
Paraguay	11	36	28
Orujo de oliva	3,4	16	37

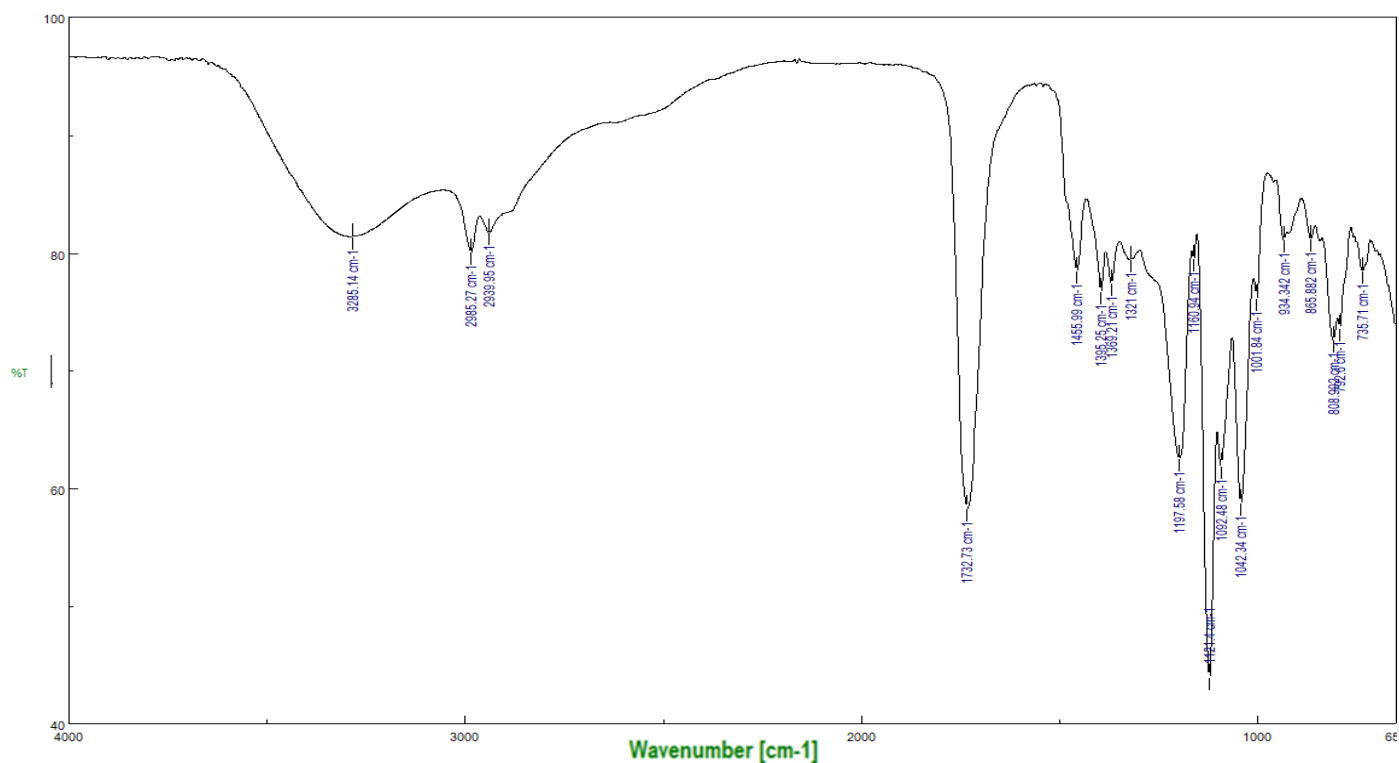


Figura A13: Espectro FT-IR de la fracción “filtrado 2” obtenida del orujo de oliva usando el DES I

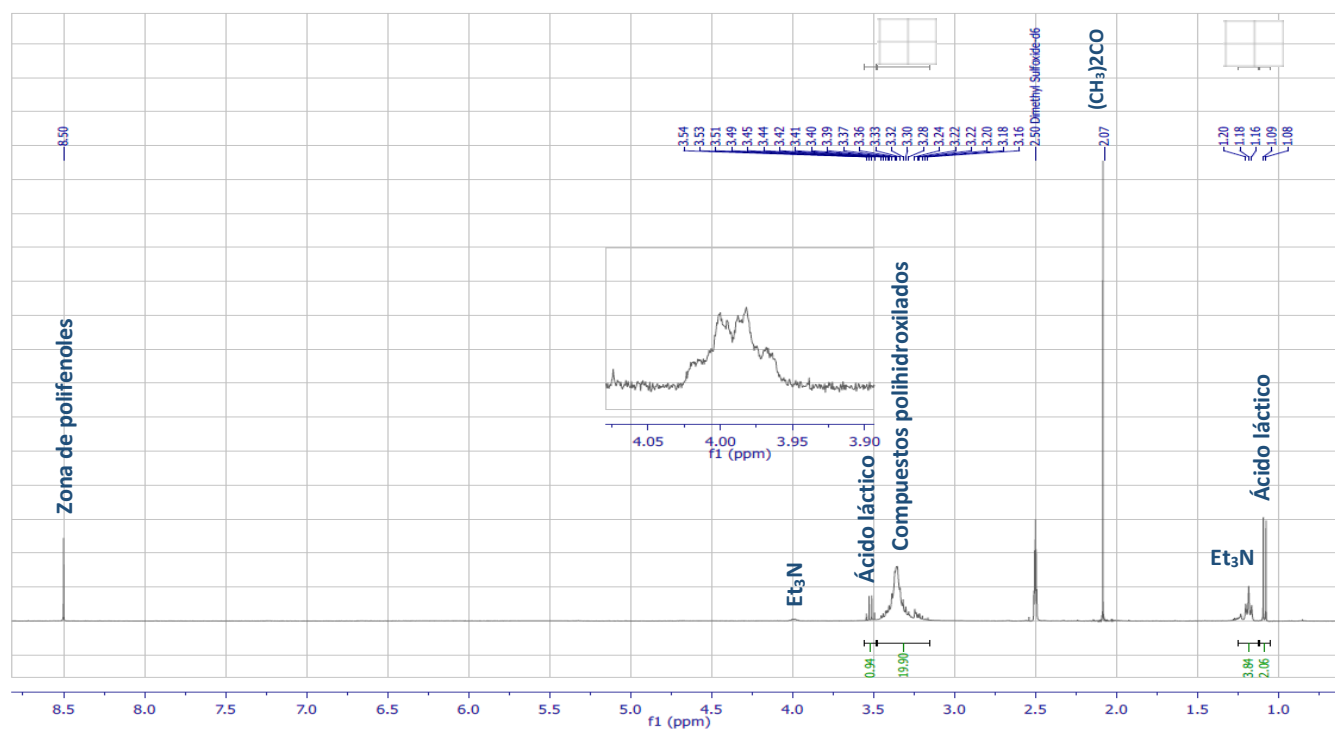


Figura A14: ¹H RMN (DMSO d₆, 400 MHz) Espectro de la fracción “filtrado 3” obtenida del orujo de oliva usando el DES I.

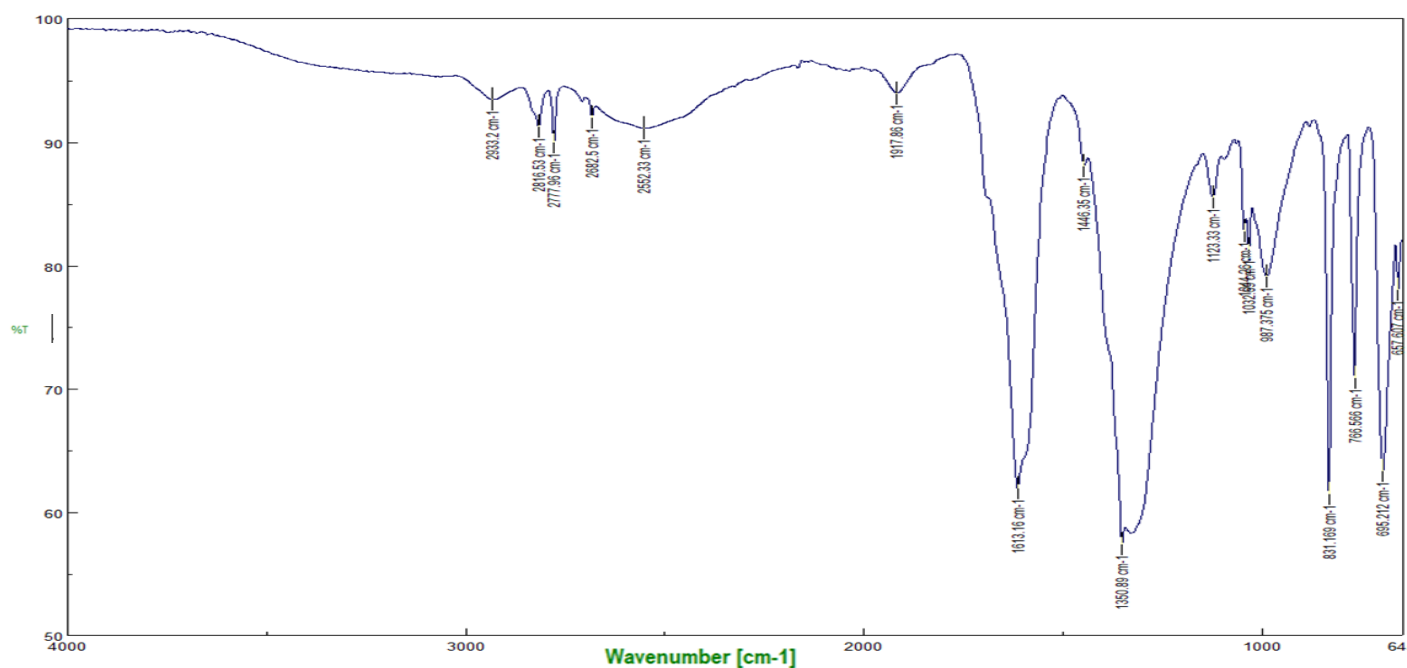


Figura A15: Espectro FT-IR de la fracción “filtrado 3” obtenida del orujo de oliva usando el DES 1

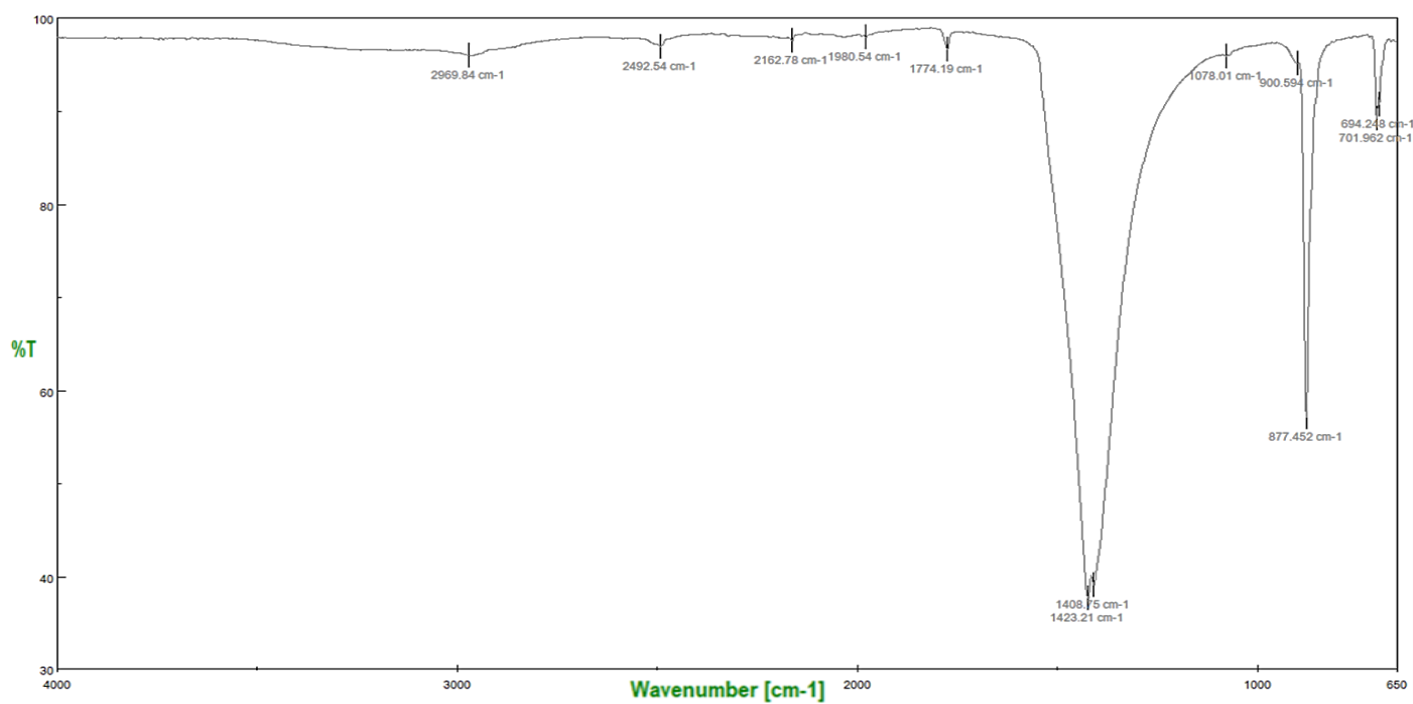


Figura A16: FT-IR espectro de cenizas obtenidas de la fracción filtrado 3 del orujo de oliva usando el DES 1.

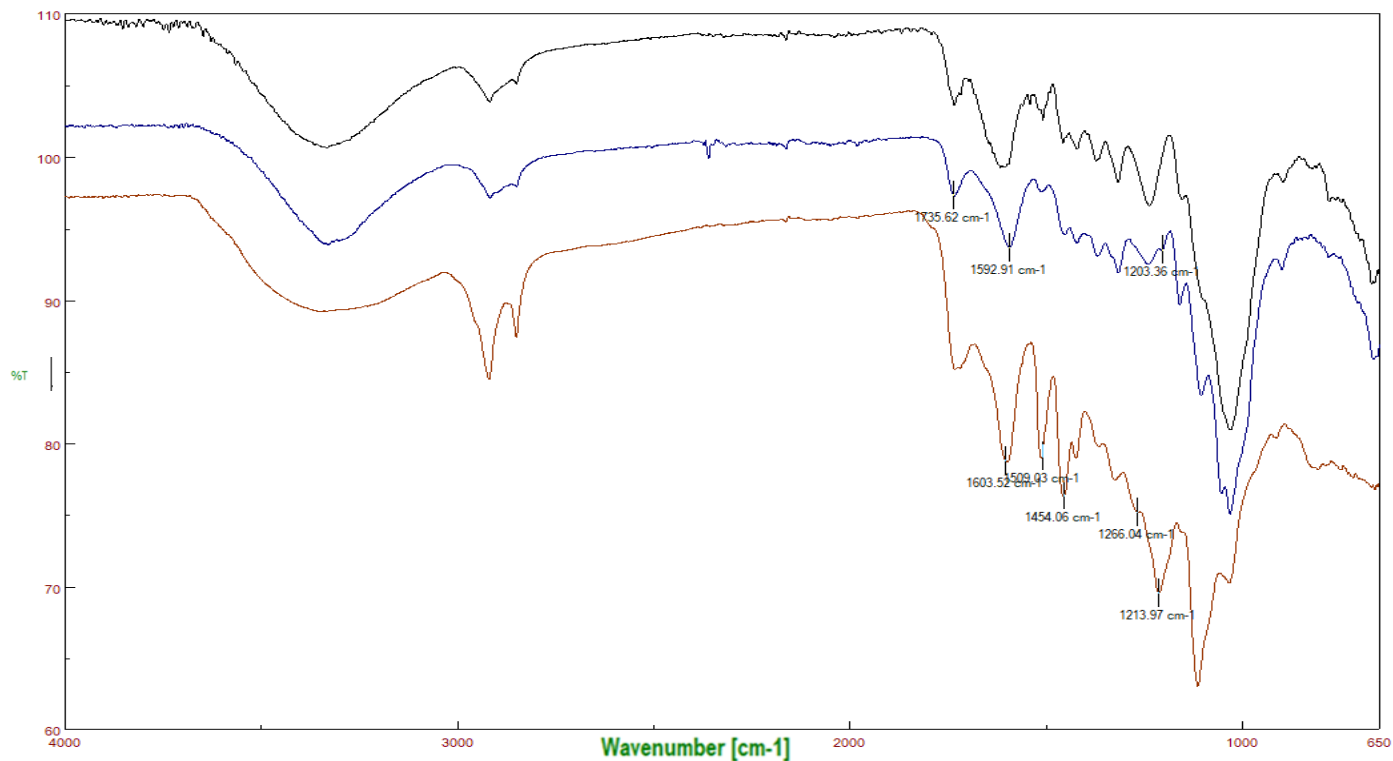


Figura A17: Espectro FT-IR de residuos de poda de ramas de árbol de albaricoque antes del tratamiento (línea negra), fracción rica en holocelulosa (línea azul) y lignina extraída (línea roja) usando el DES **1**.

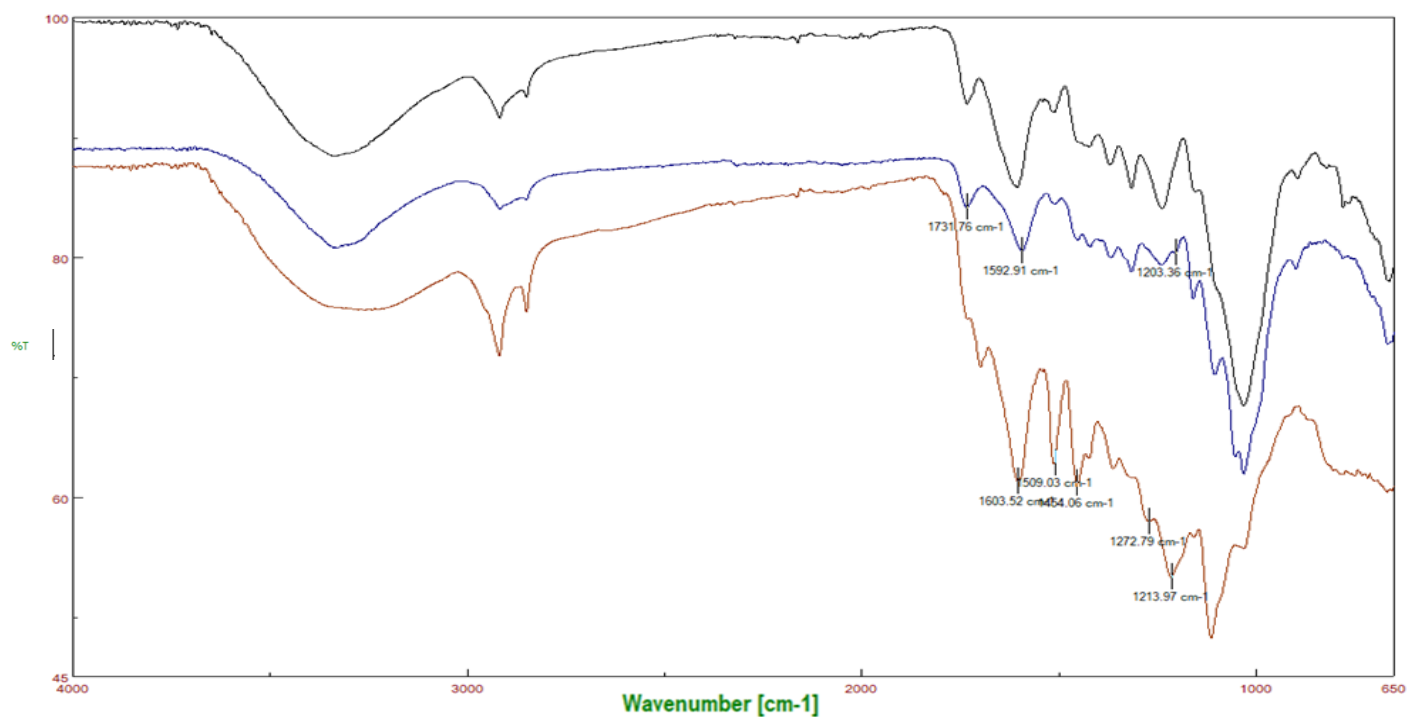


Figura A18: Espectro FT-IR de residuos de poda de ramas de árbol de ciruelo antes del tratamiento (línea negra), fracción rica en holocelulosa (línea azul) y lignina extraída (línea roja) usando el DES **1**.

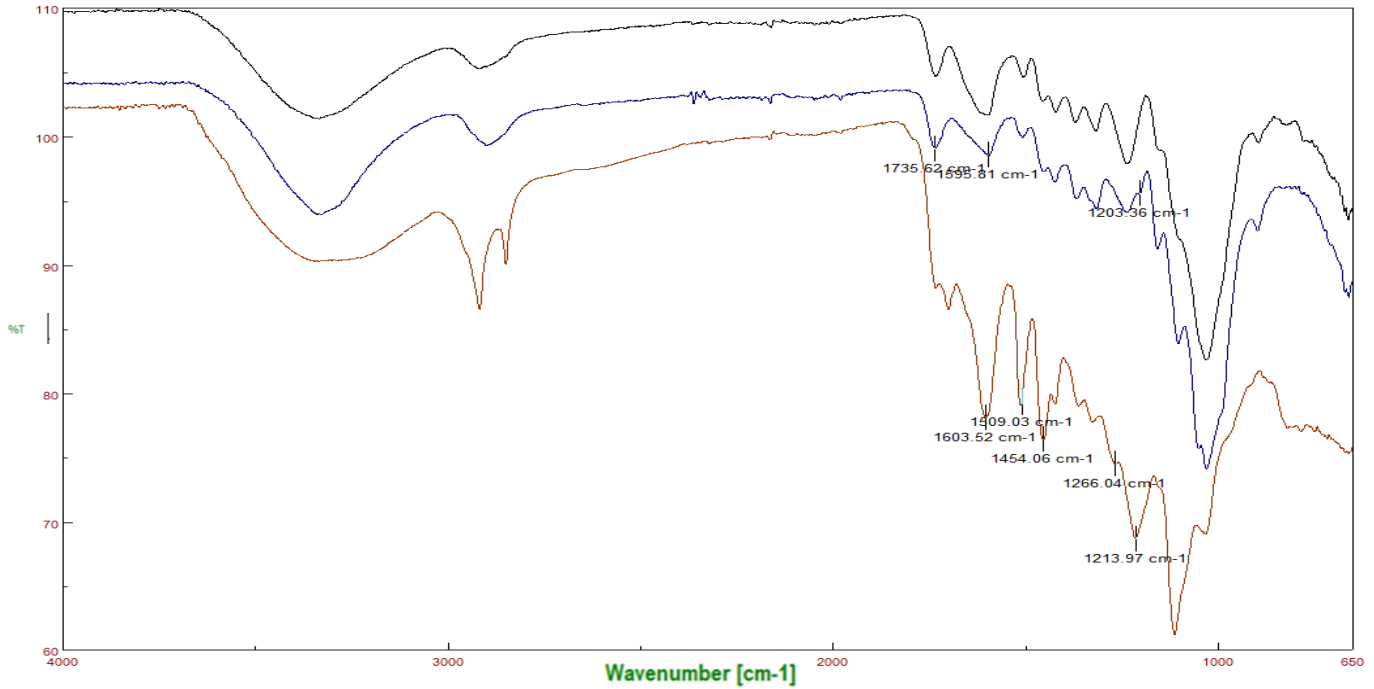


Figura A19: Espectro FT-IR de residuos de poda de ramas de árbol de durazno antes del tratamiento (línea negra), fracción rica en holocelulosa (línea azul) y lignina extraída (línea roja) usando el DES **1.**

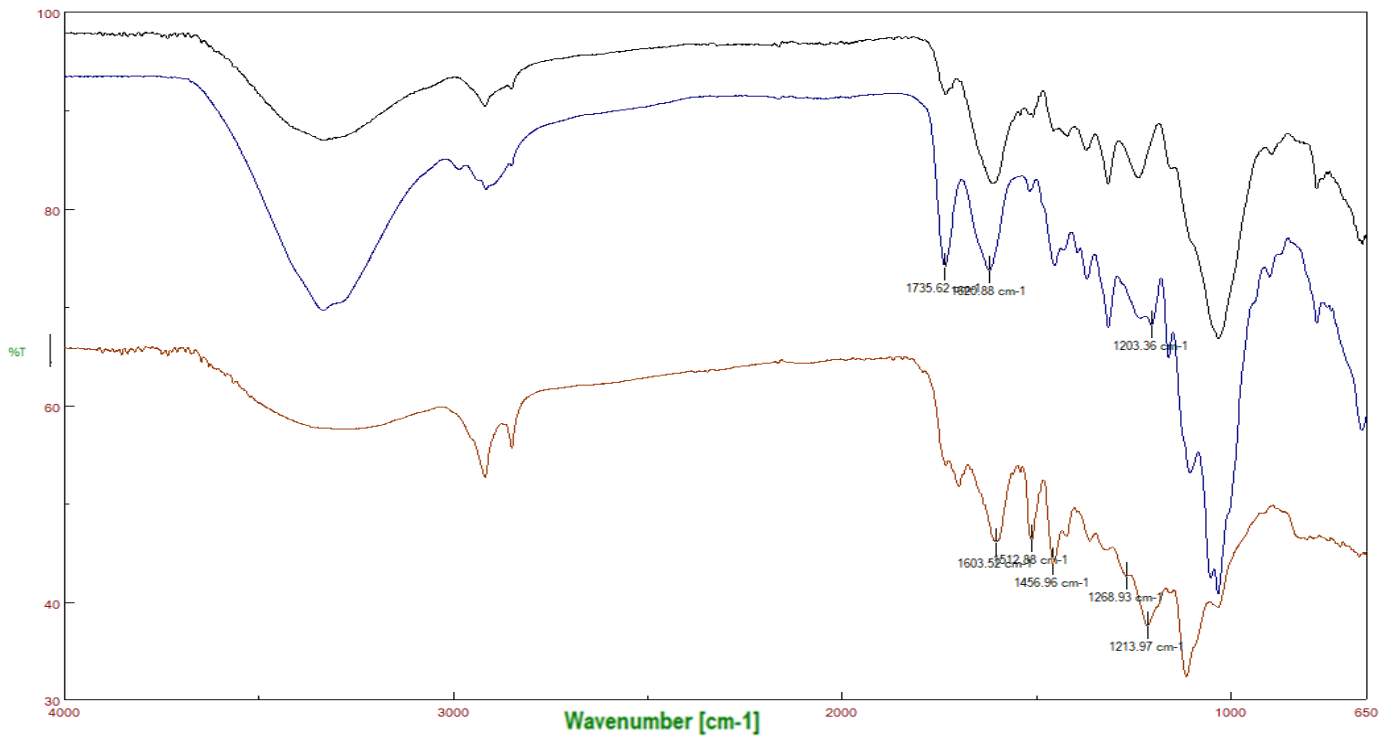


Figura A20: Espectro FT-IR de residuos de poda de ramas de árbol de nectarina antes del tratamiento (línea negra), fracción rica en holocelulosa (línea azul) y lignina extraída (línea roja) usando el DES **1.**

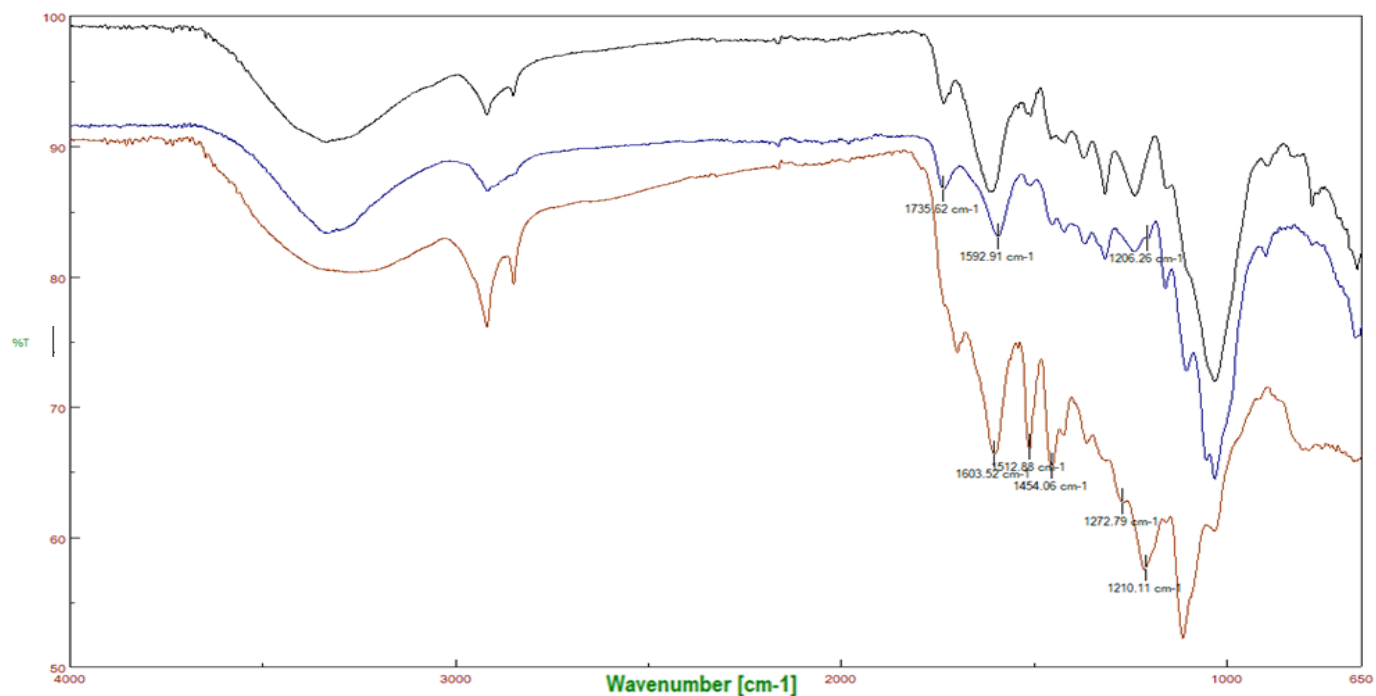


Figura A21 Espectro FT-IR de residuos de poda de ramas de árbol de paraguay antes del tratamiento (línea negra), fracción rica en holocelulosa (línea azul) y lignina extraída (línea roja) usando el DES **1**.

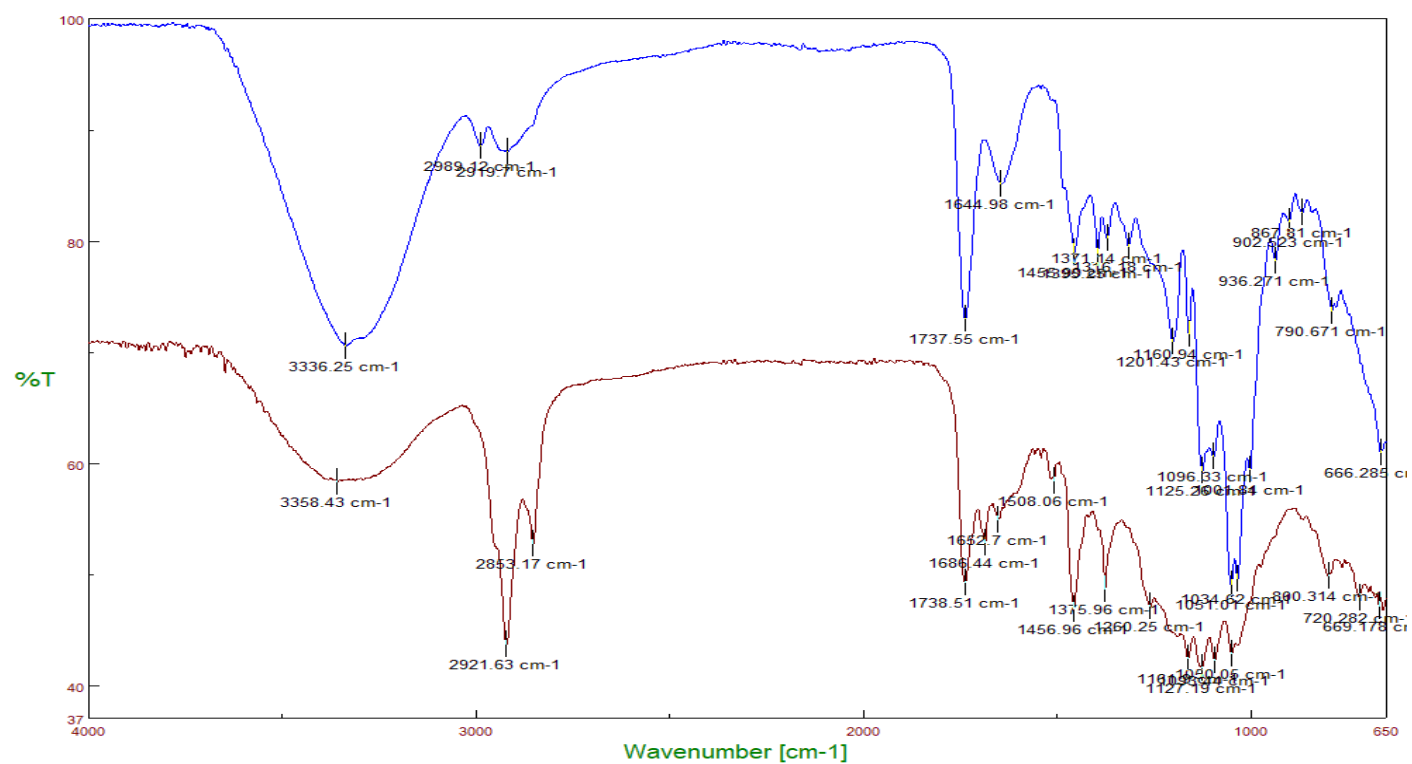


Figura A22: Espectro FT-IR de la fracción rica en holocelulosa (línea azul) y lignina (línea roja) obtenidas a partir de orujo de oliva usando el DES **1**, extraída a 150°C.

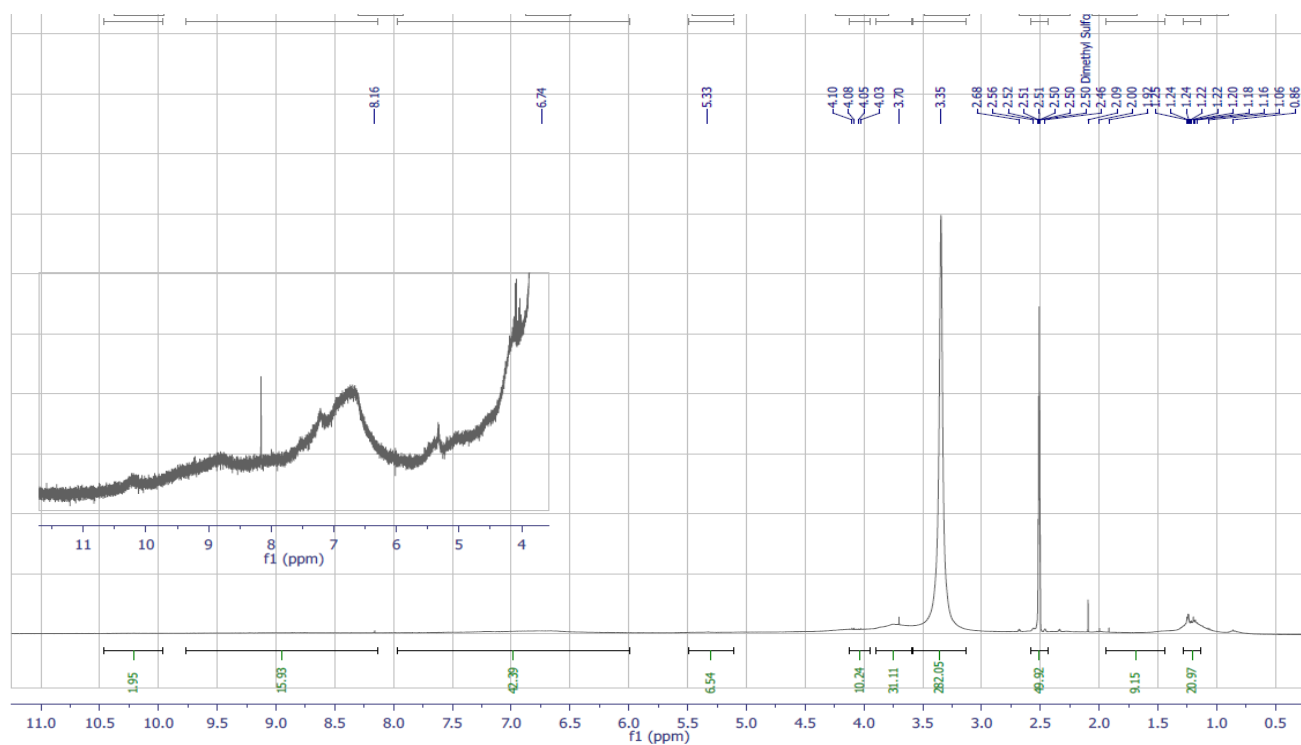


Figura A23. ^1H RMN (Dms o d_6 , 400 MHz) Espectro de la fracción de lignina obtenida a partir de orujo de oliva usando el DES 1.

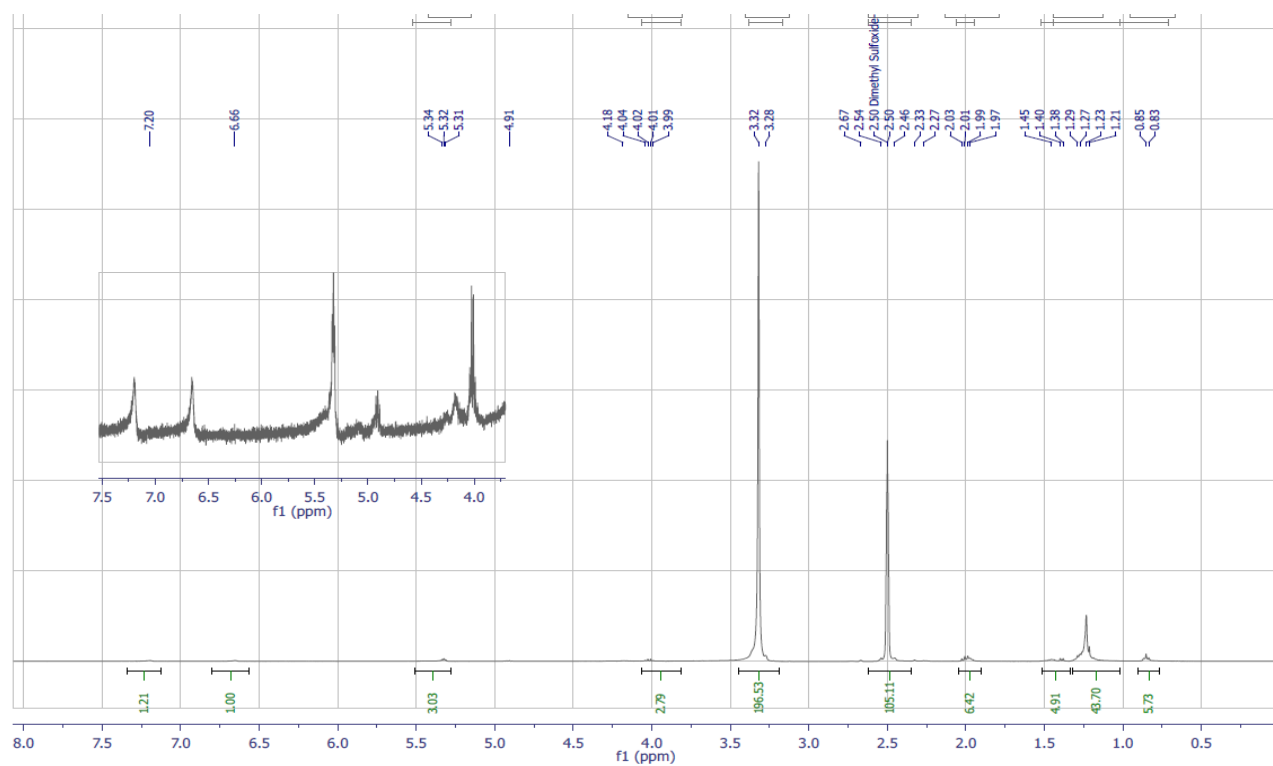


Figura A24: ^1H RMN (Dms o d_6 , 400 MHz) Espectro de la fracción de lignina obtenida a partir del orujo de oliva usando el DES 2.

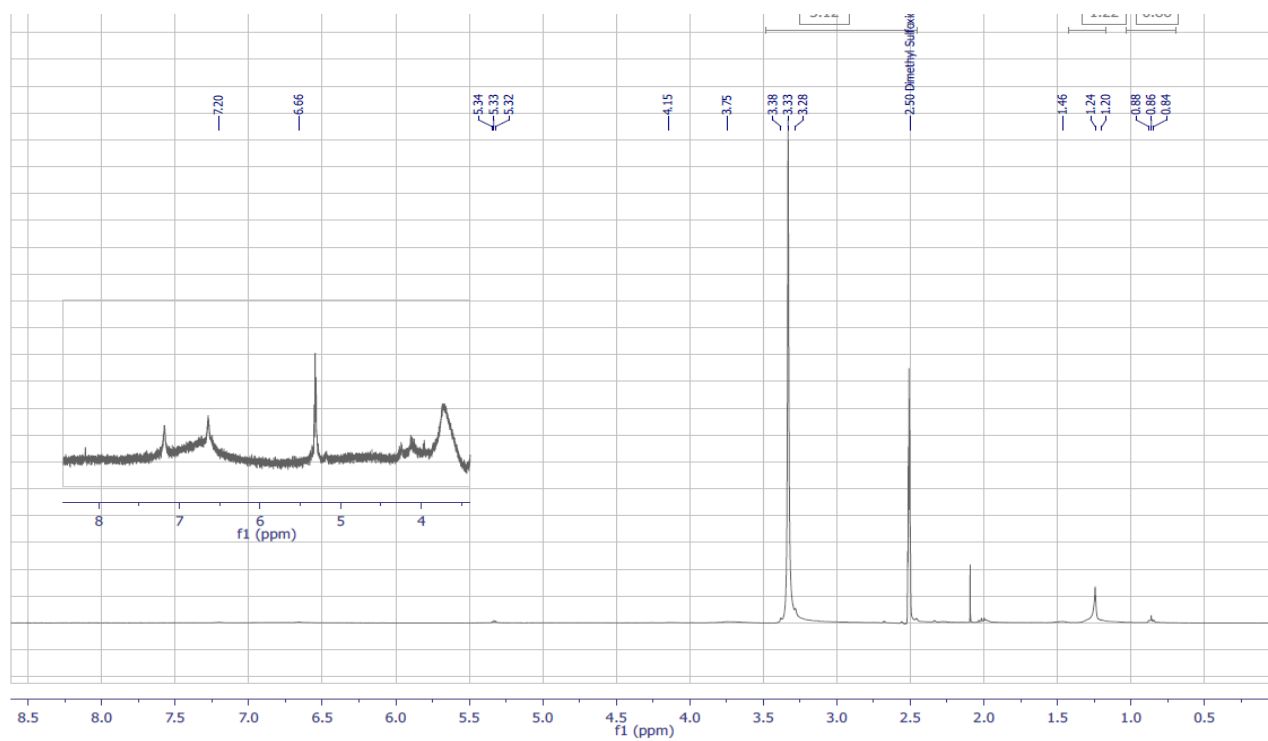


Figura A25: ^1H RMN (Dms d_6 , 400 MHz) Espectro de la fracción de lignina obtenida a partir de orujo de oliva usando el DES 3.

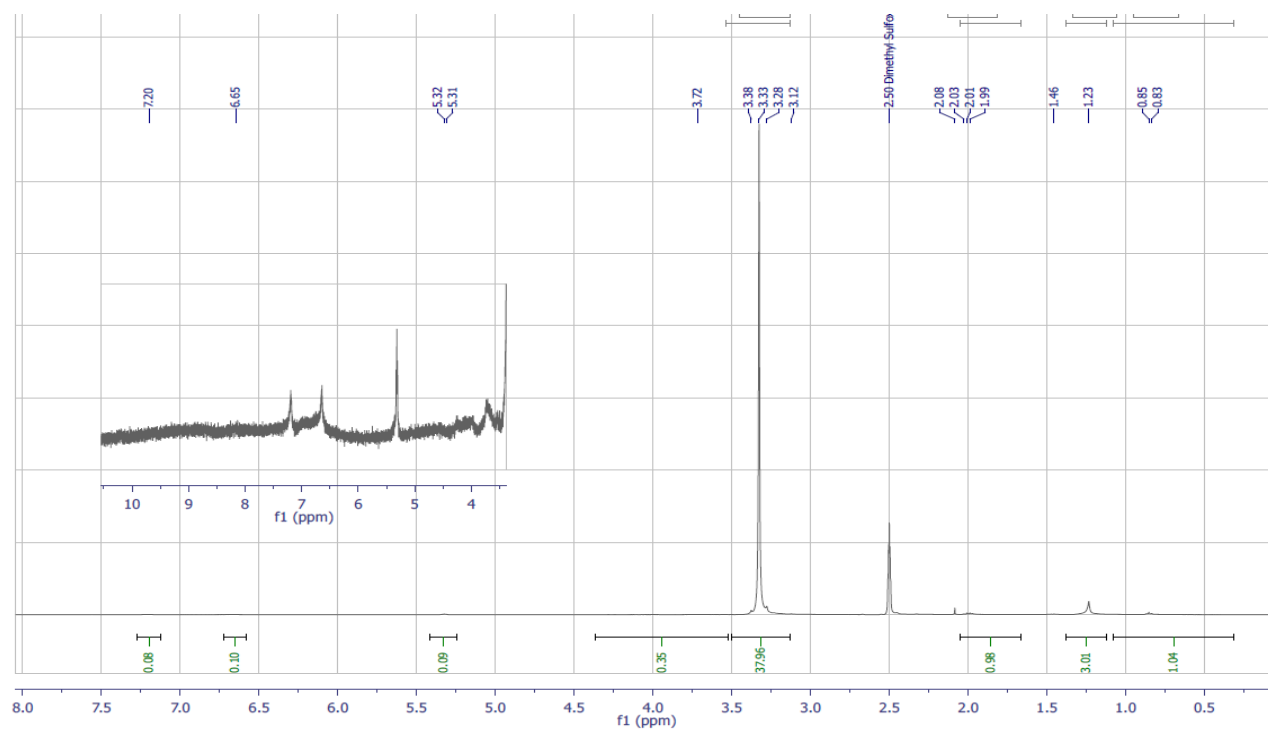


Figura A26: ^1H RMN (Dms d_6 , 400 MHz) Espectro de la fracción de lignina obtenida a partir de orujo de oliva usando el DES 4.

Tabla A4: Peso Molecular (pm) de la lignina extraída en las muestras frutales obtenida mediante GPC (Gel permeation chromatography).

Muestra	DES/IL	Mw	PDI
Albaricoque	1	30986	2,4
Ciruelo	1	45192	2,5
Durazno	1	57771	2,6
Nectarina	1	39955	2,3
Paraguayo	1	41979	2,3
Orujo de oliva	1	20486	2,4
Orujo de Oliva	IL	113677	6,3

🌿 Capítulo 4.

🌿 Seguimiento a los Procesos de Acetilación Enzimática del compuesto (3).

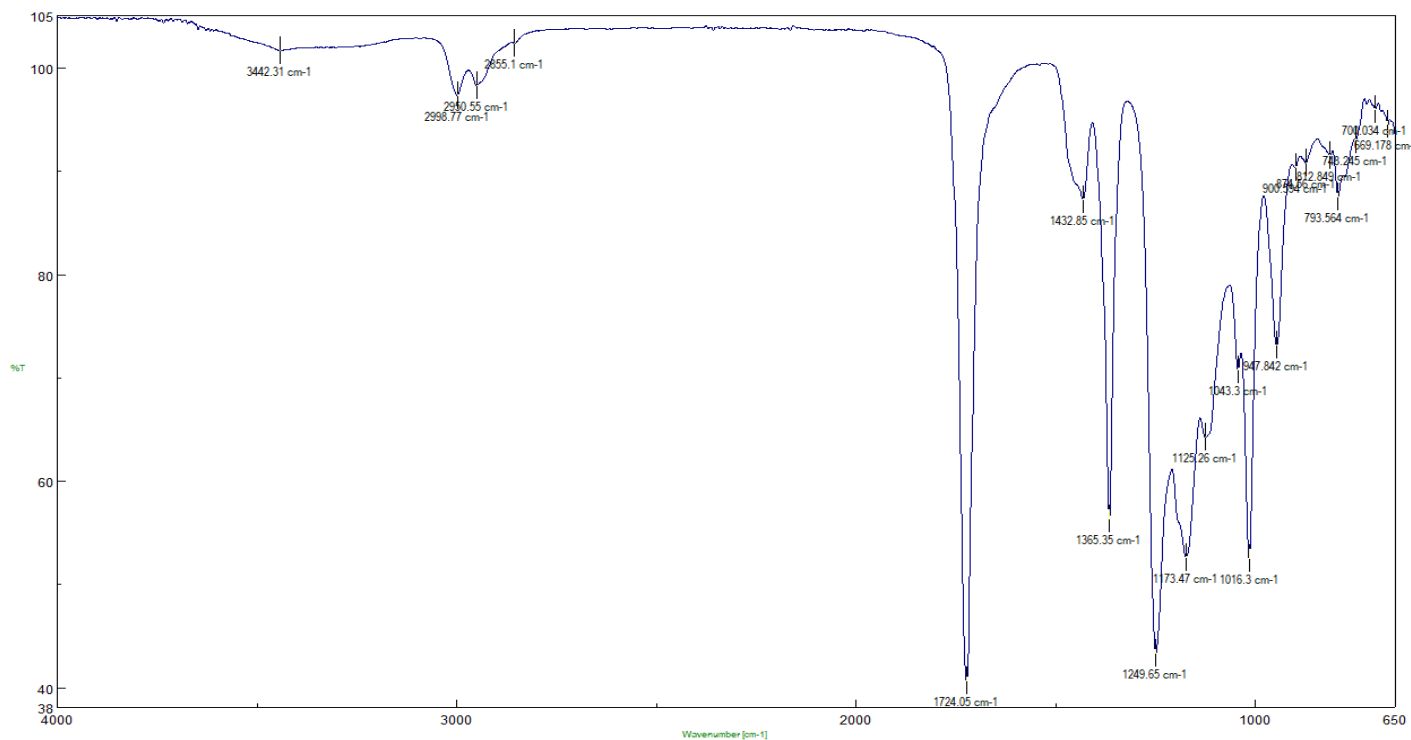


Figura A27. Espectro FT-IR del compuesto (3) después del proceso de acetilación en presencia de la enzima Novozyme 435.

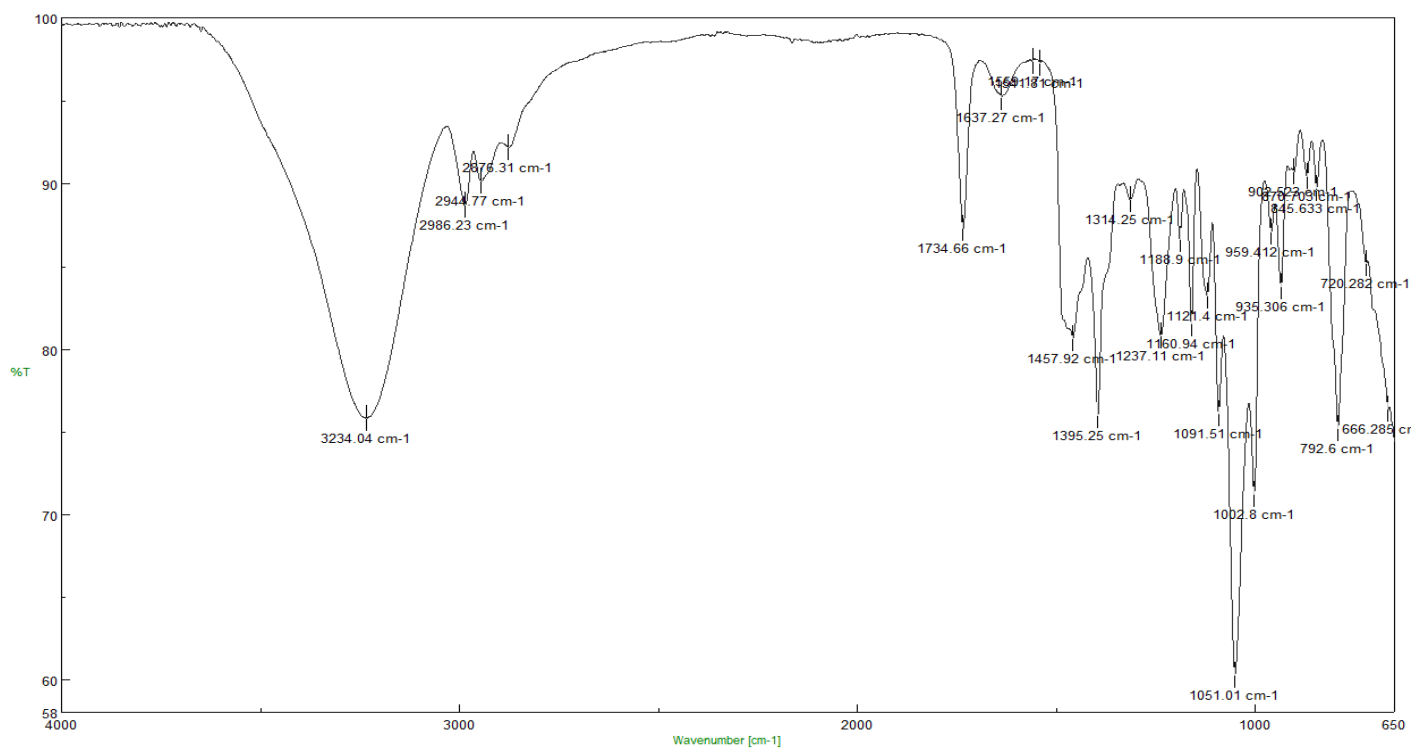


Figura A28. Espectro FT-IR del compuesto parcialmente acetilado (14) en presencia de la enzima Novozyme 435.

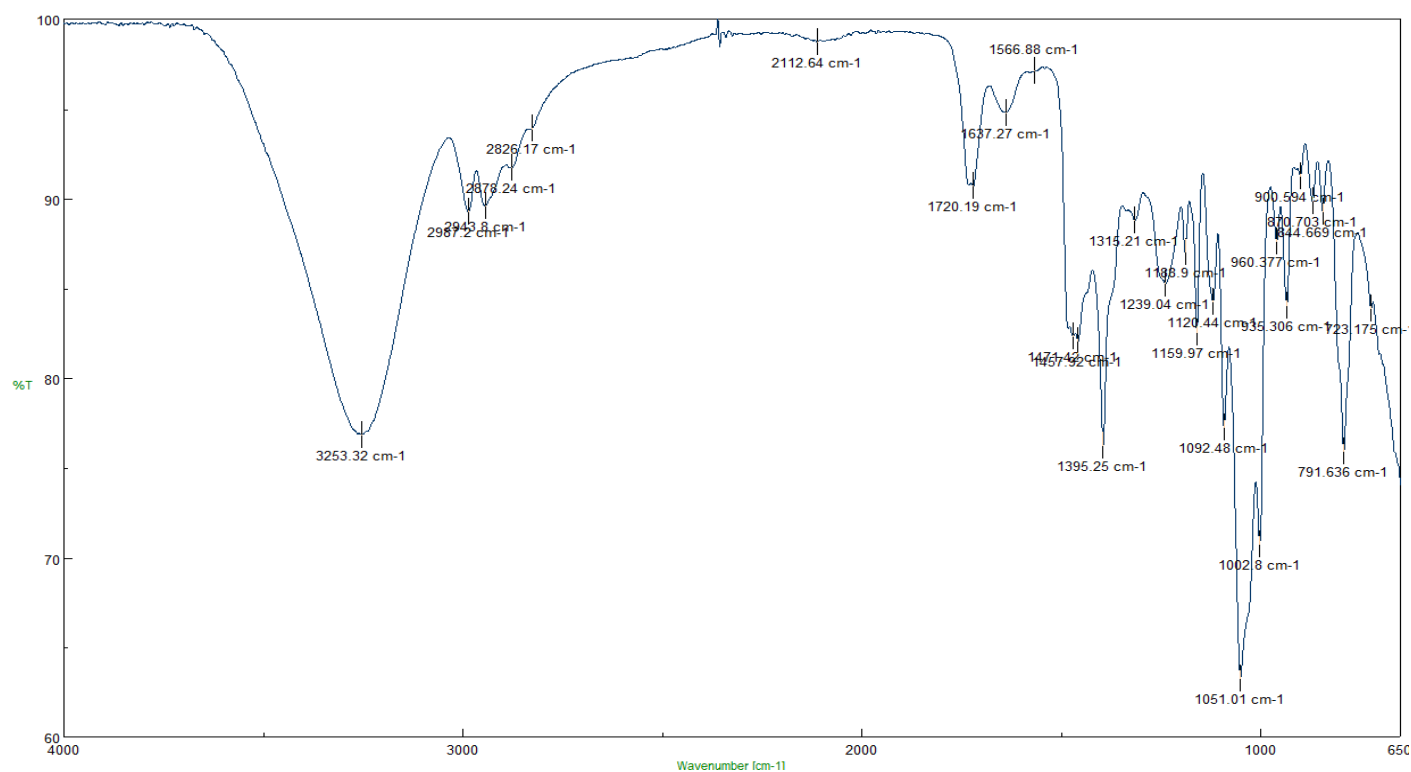


Figura A29. Espectro FT-IR del compuesto parcialmente acetilado (14) en presencia de la enzima Novozyme 435 a 12 h de reacción.

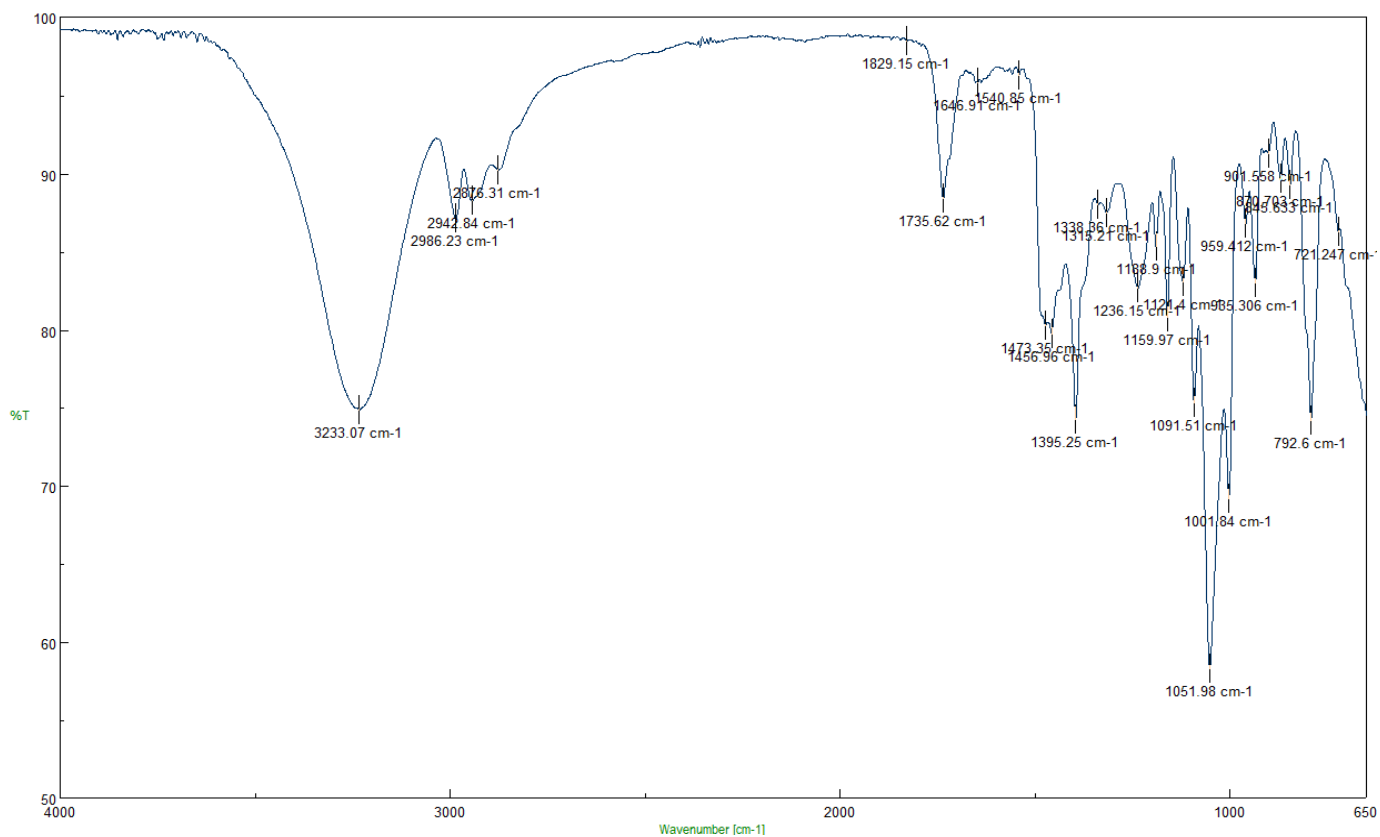


Figura A30. Espectro FT-IR del compuesto parcialmente acetilado (14) en presencia de la enzima Novozyme 435 a 24 h de reacción.

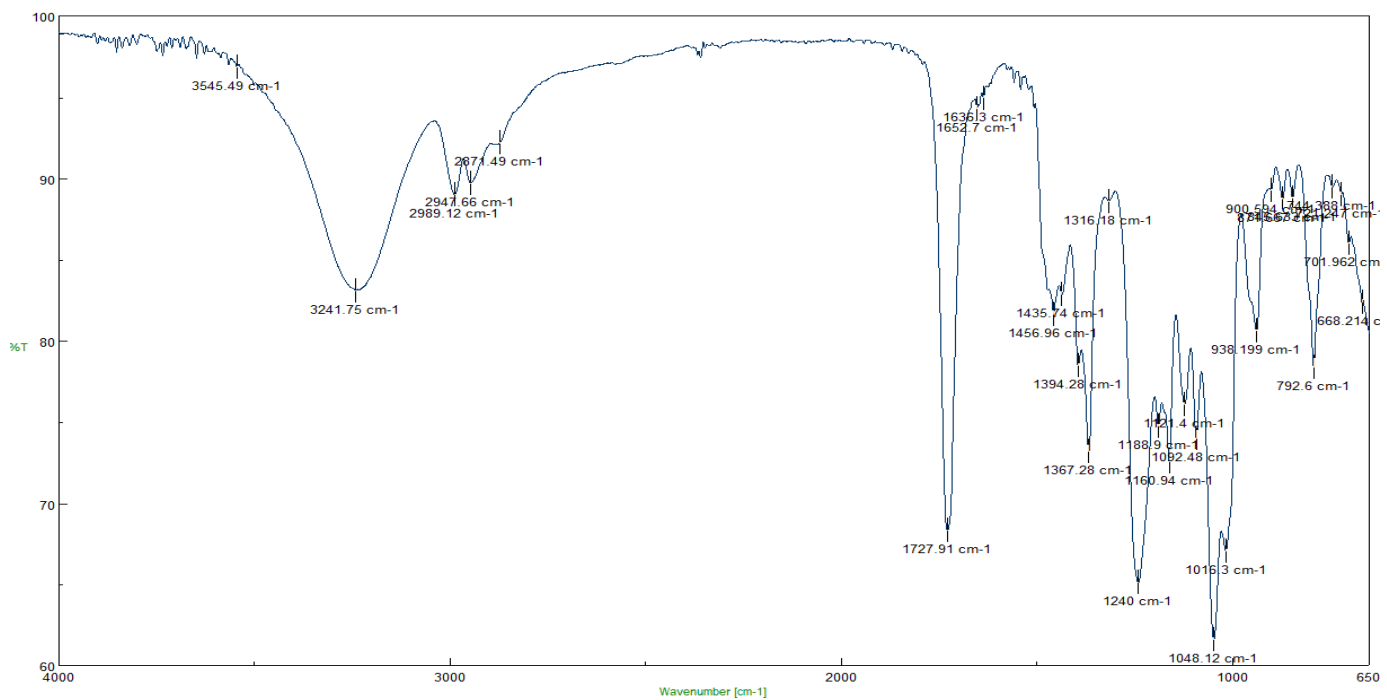


Figura A31. Espectro FT-IR del compuesto parcialmente acetilado (14) en presencia de la enzima Novozyme 435 a 36 h de reacción.

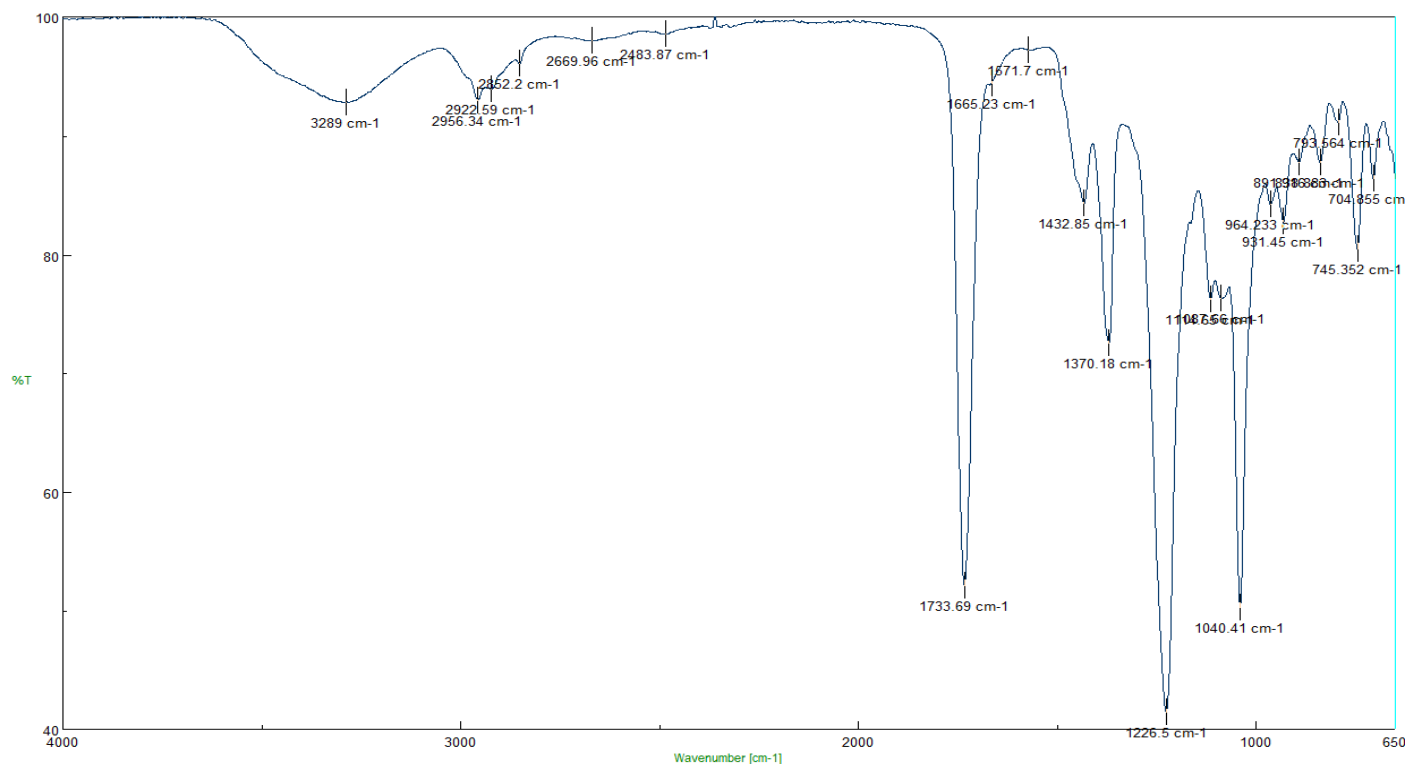


Figura A32. Espectro FT-IR del compuesto acetilado (15) en presencia de la enzima Novozyme 435 a 12 h de reacción.

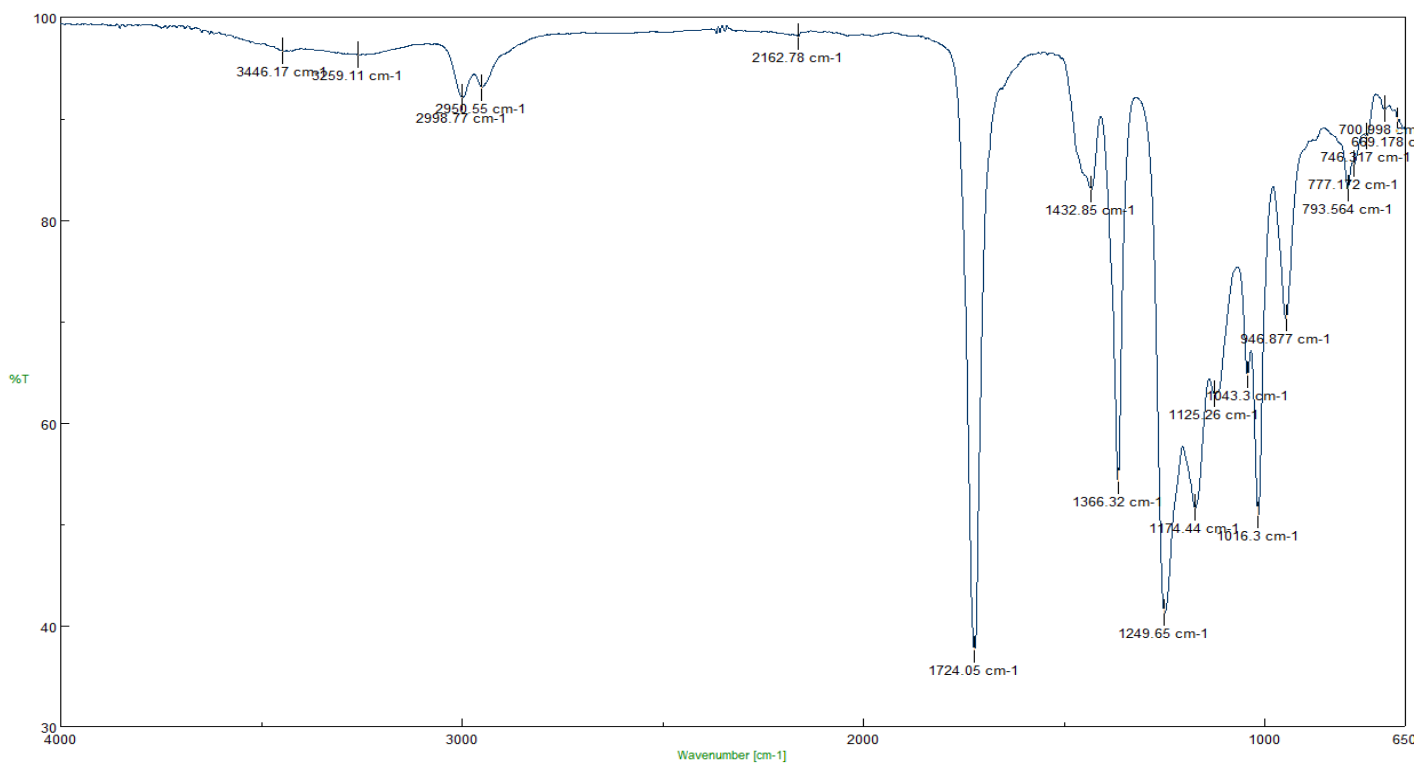


Figura A33. Espectro FT-IR del compuesto acetilado (15) en presencia de la enzima Novozyme 435 a 24 h de reacción.

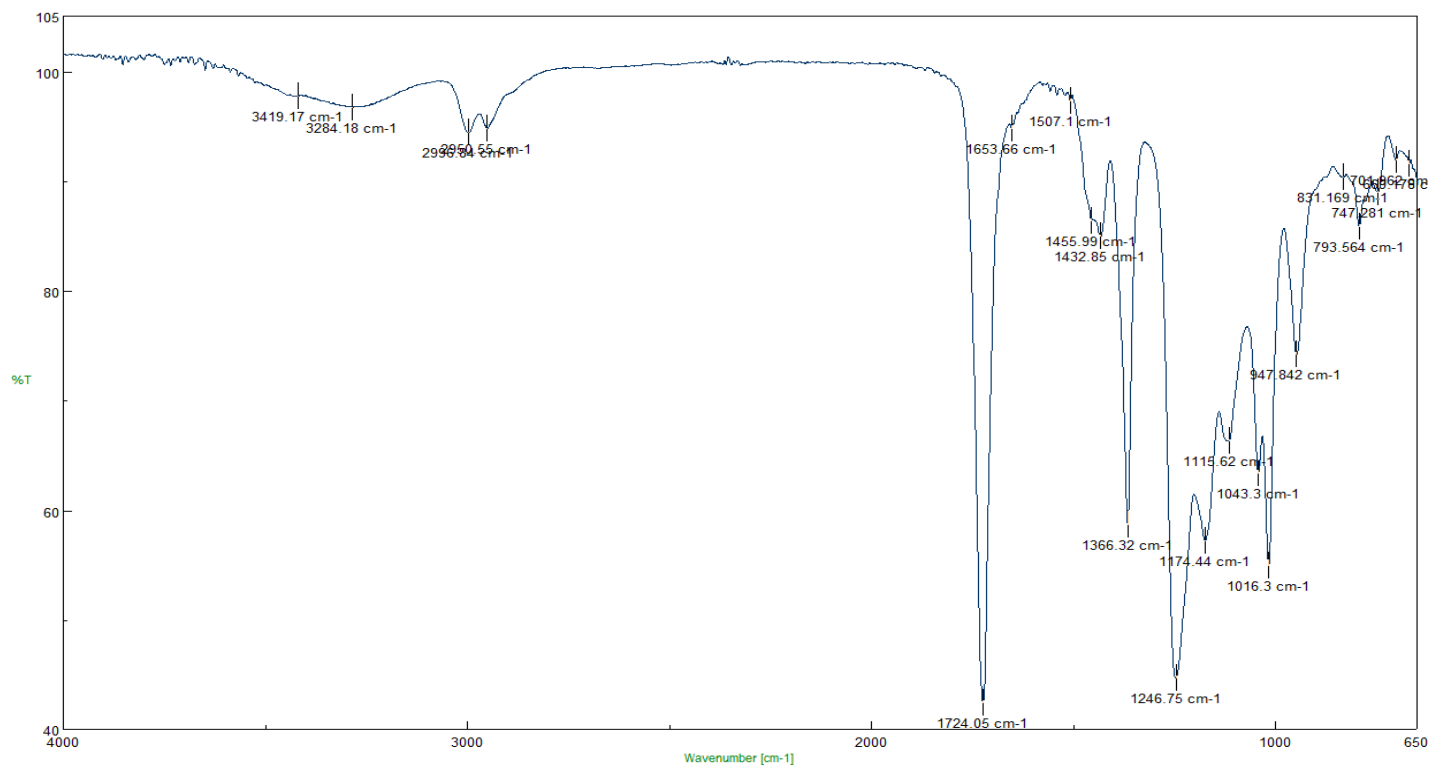


Figura A34. Espectro FT-IR del compuesto acetilado (15) en presencia de la enzima Novozyme 435 a 36 h de reacción.

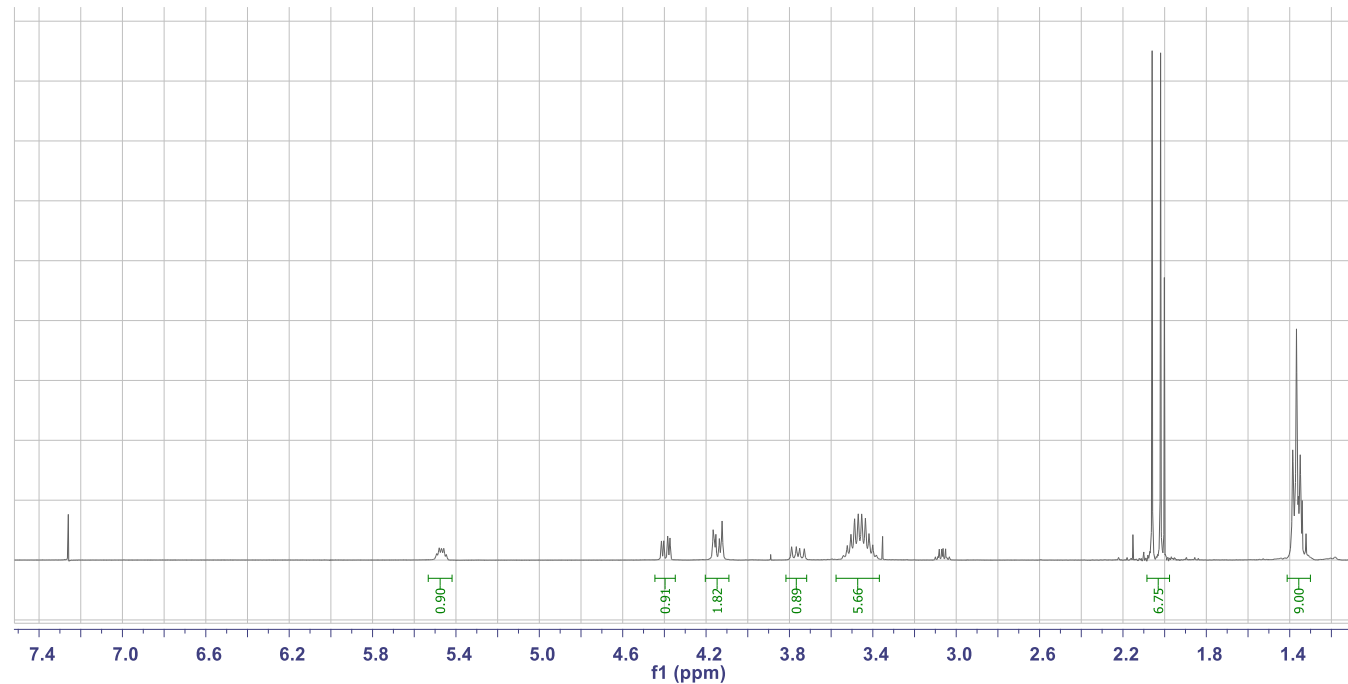


Figura A35. ¹H RMN (CHCl₃-d, 400 MHz) del compuesto (15).

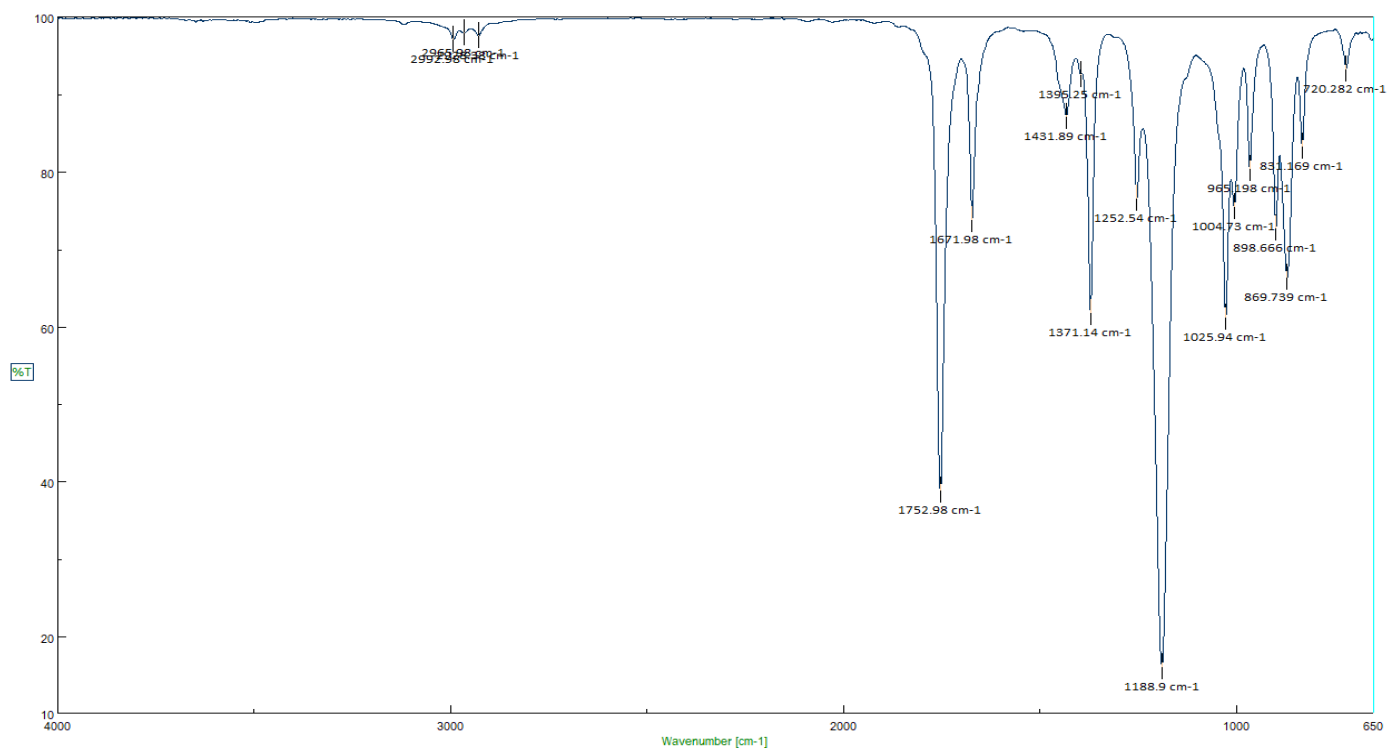


Figura A36. Espectro FT-IR del acetato de isopropileno empleado (13).

🧴 *Acetilaciones directas con anhídrido acético* (16)

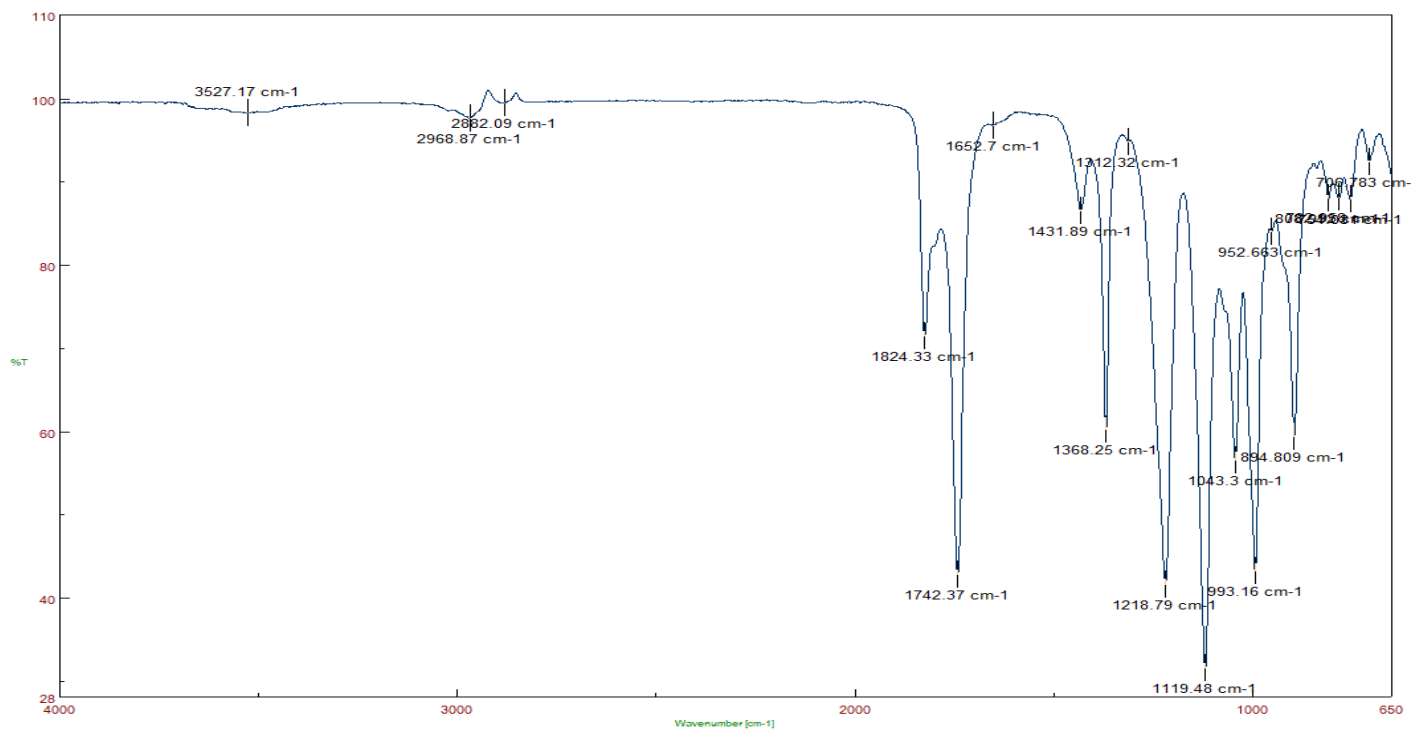


Figura A37. Espectro FT-IR del compuesto directamente acetilado (17) a 24 h de reacción.

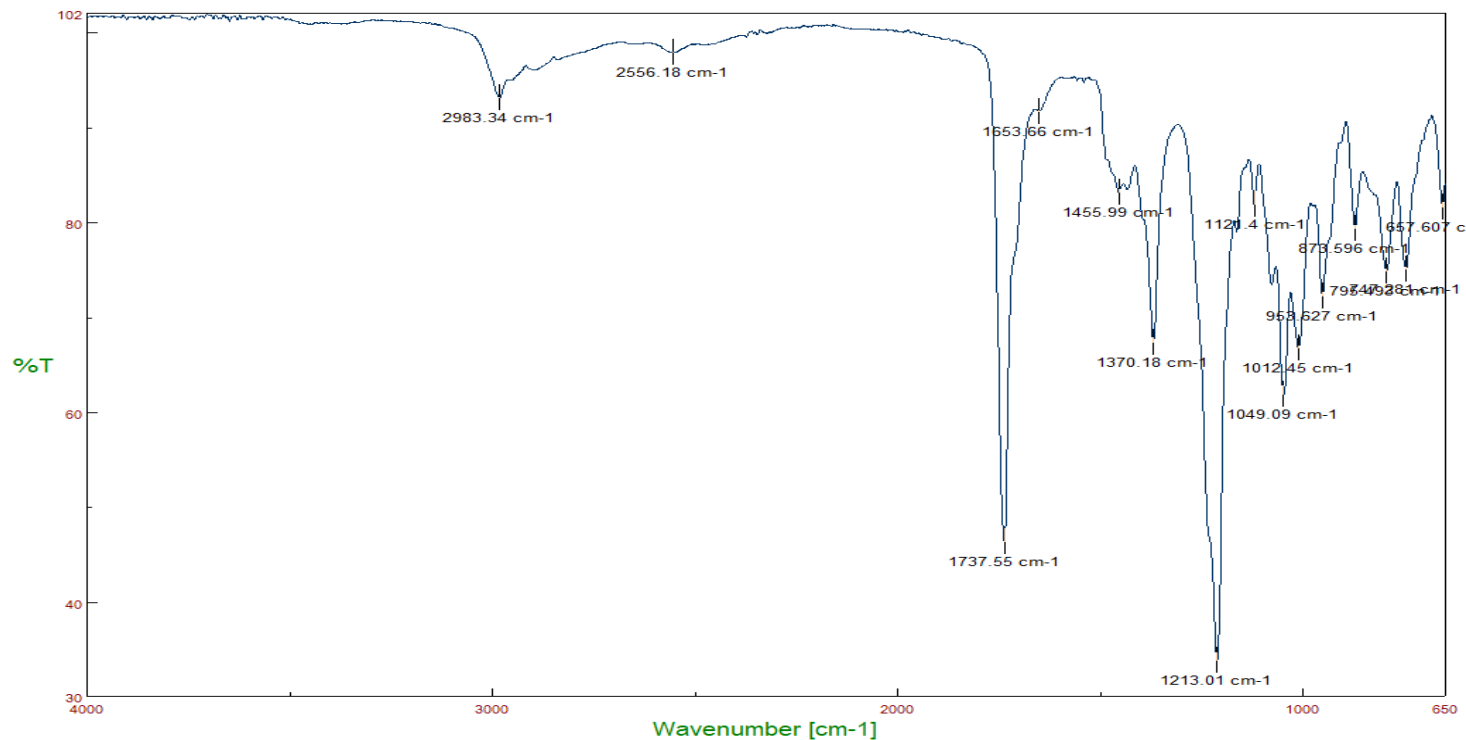


Figura A38. Espectro FT-IR del compuesto directamente acetilado (18) a 24 h de reacción

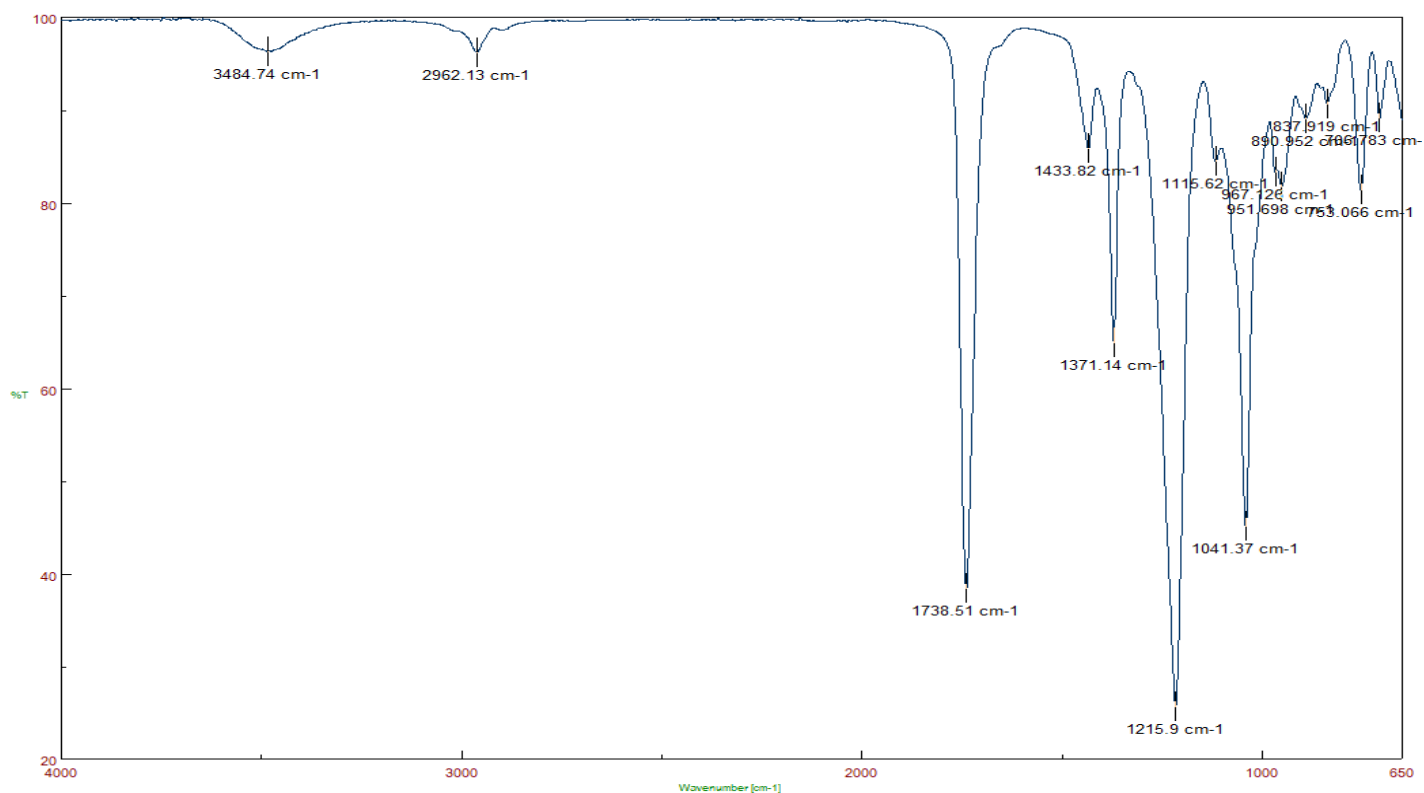


Figura A39. Espectro FT-IR del compuesto (21) producido por la acetilación directa del Alcohol ópticamente puro (2a).

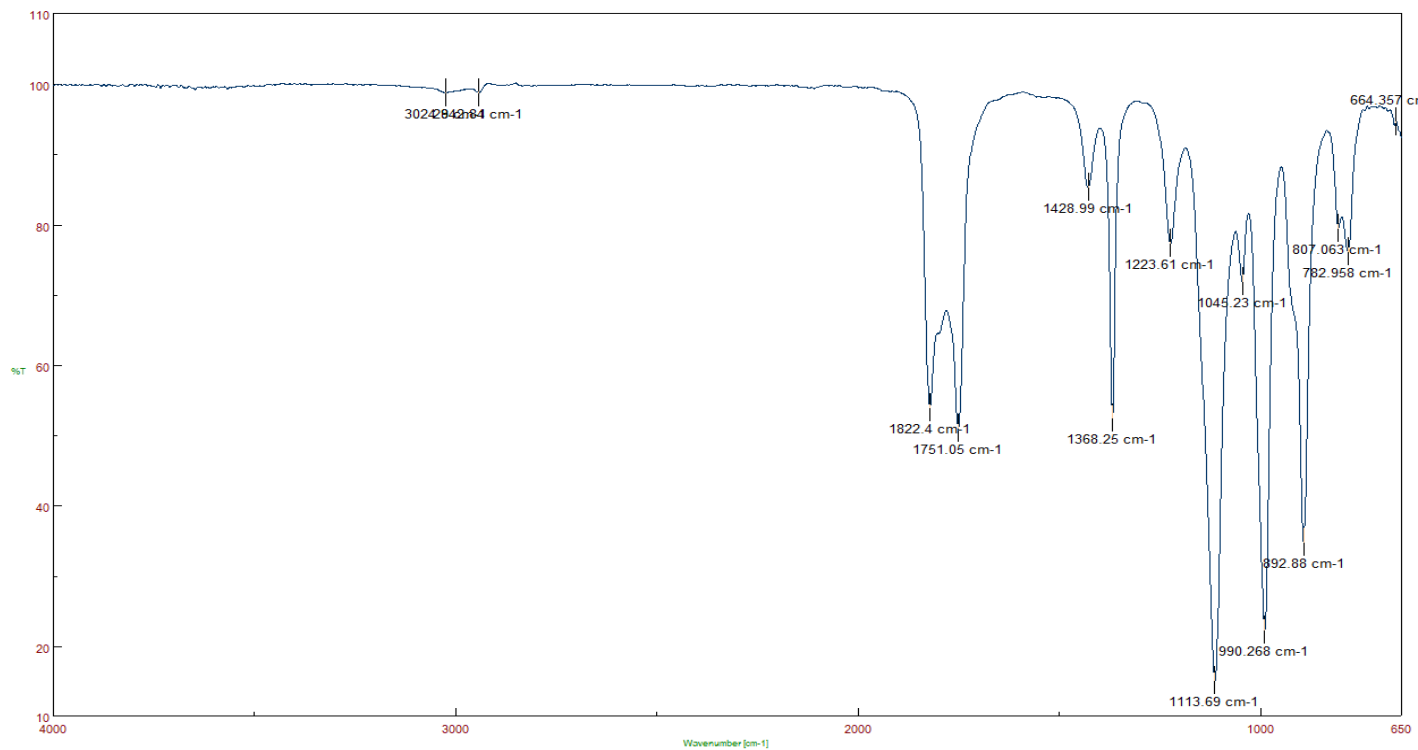


Figura A40. Espectro FT-IR del anhídrido acético empleado (16).

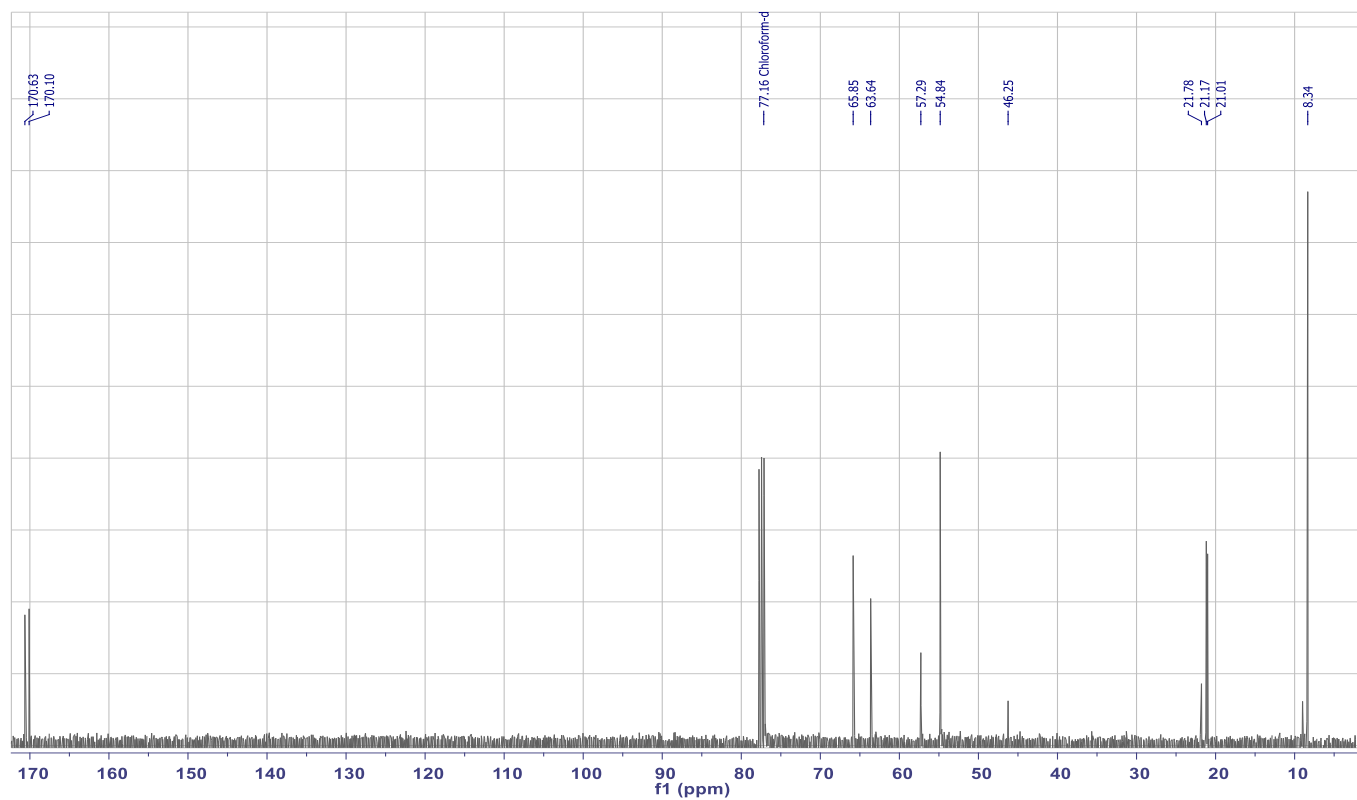


Figura A41. Espectro ¹³C RMN (CDCl₃-d, 400 MHz) del compuesto acetilado (17).

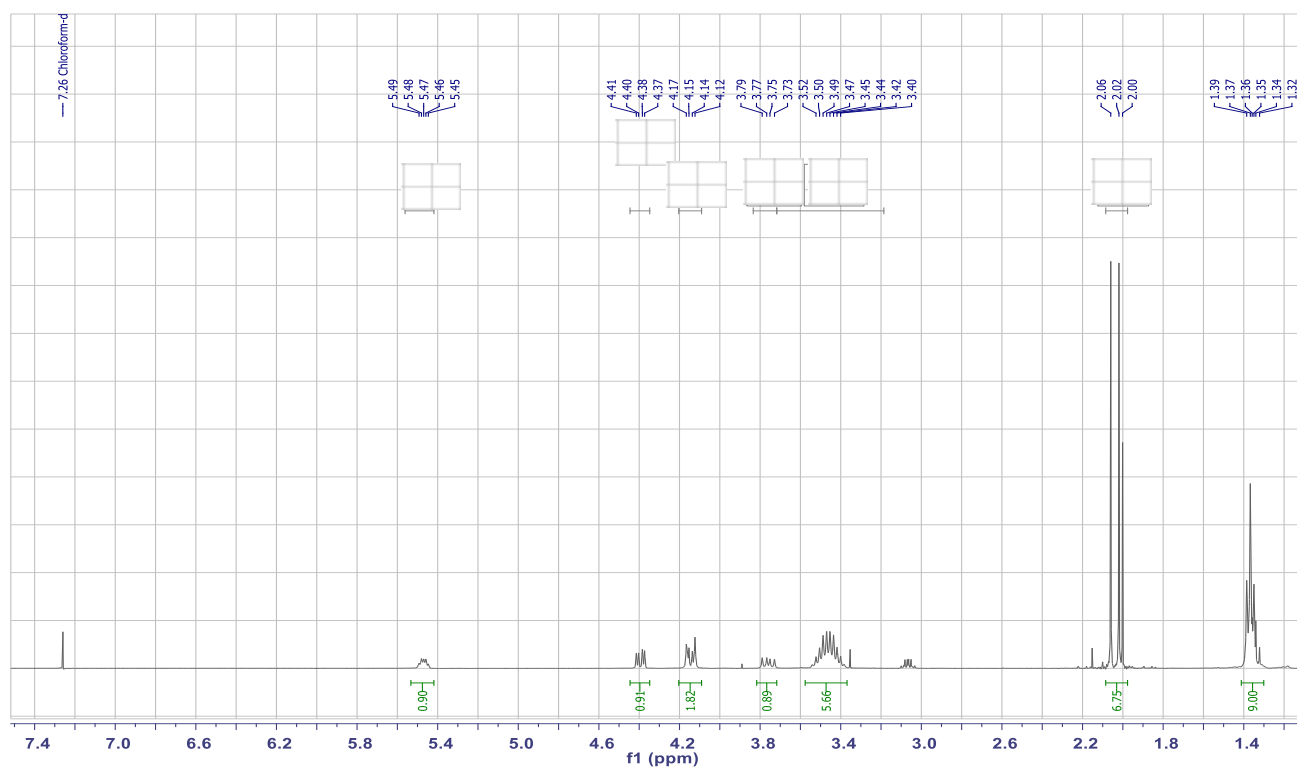


Figura A42. Espectro ^1H RMN ($\text{CDCl}_3\text{-d}$, 400 MHz) del compuesto acetilado (18).

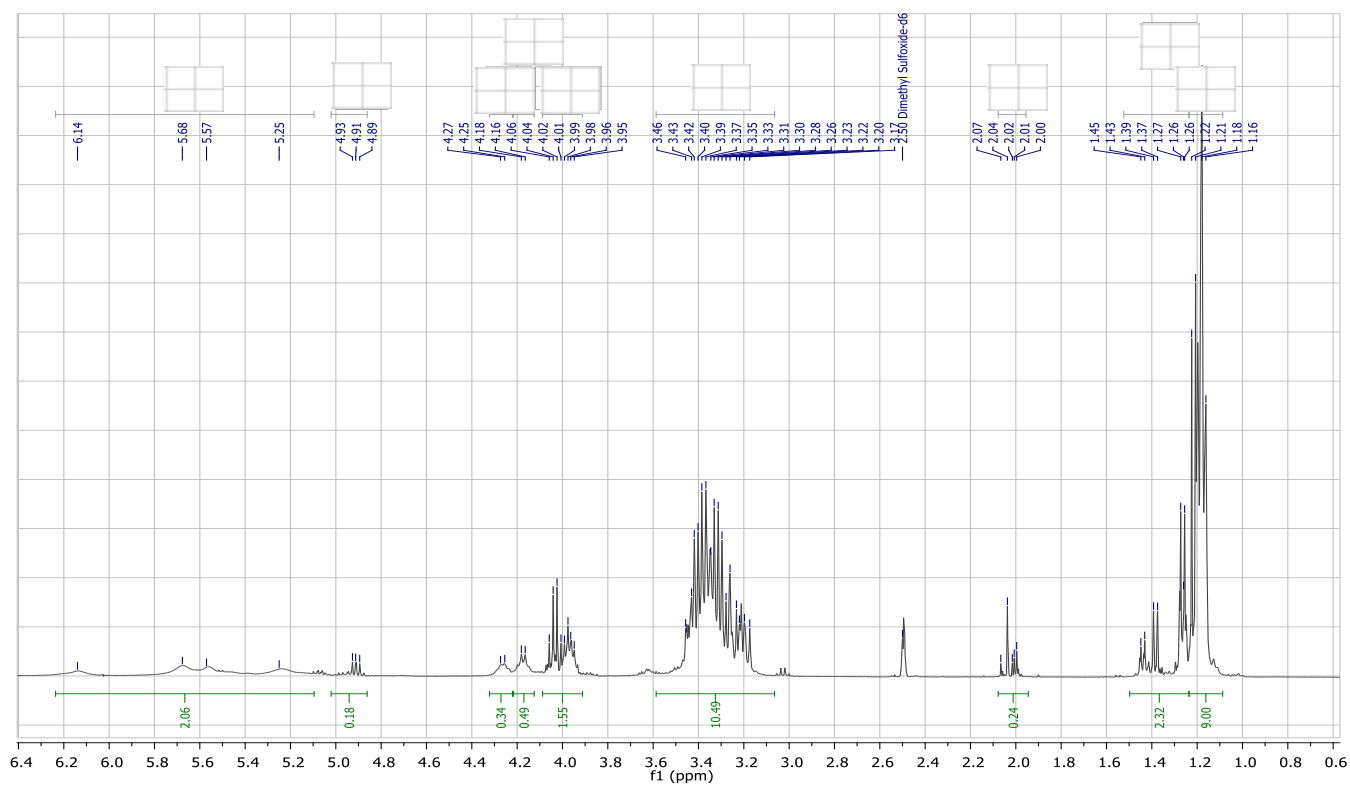


Figura A43. ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) del DES 5 .

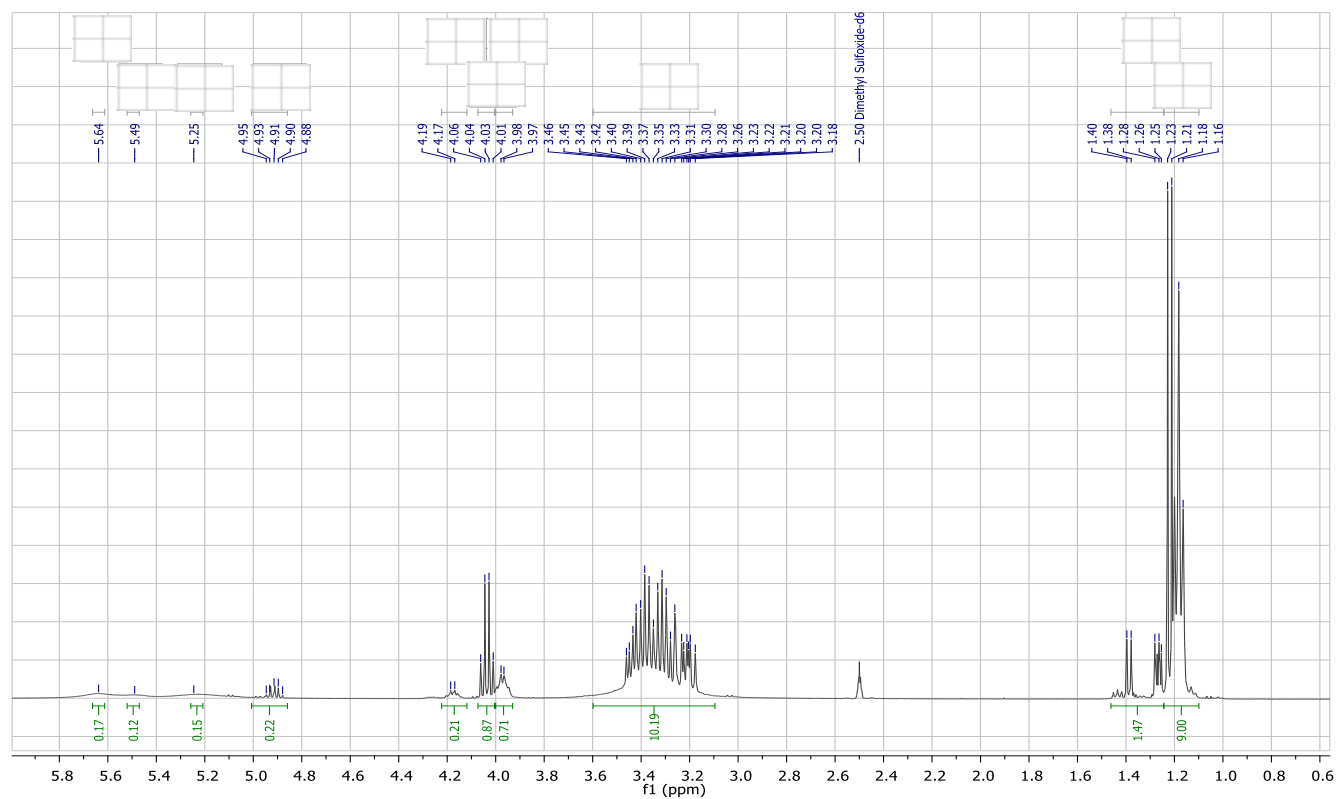


Figura A44. ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) del DES 6.

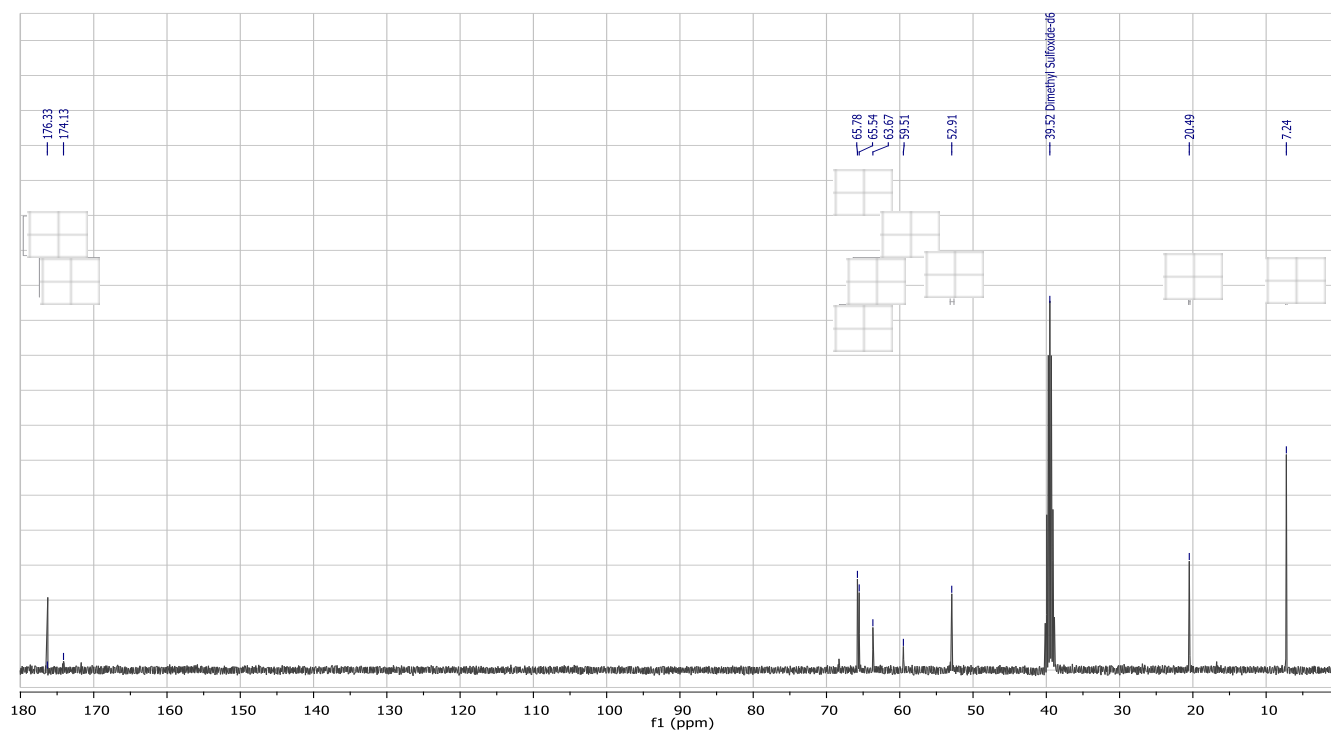


Figura A45. ^{13}C RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) del DES 6.

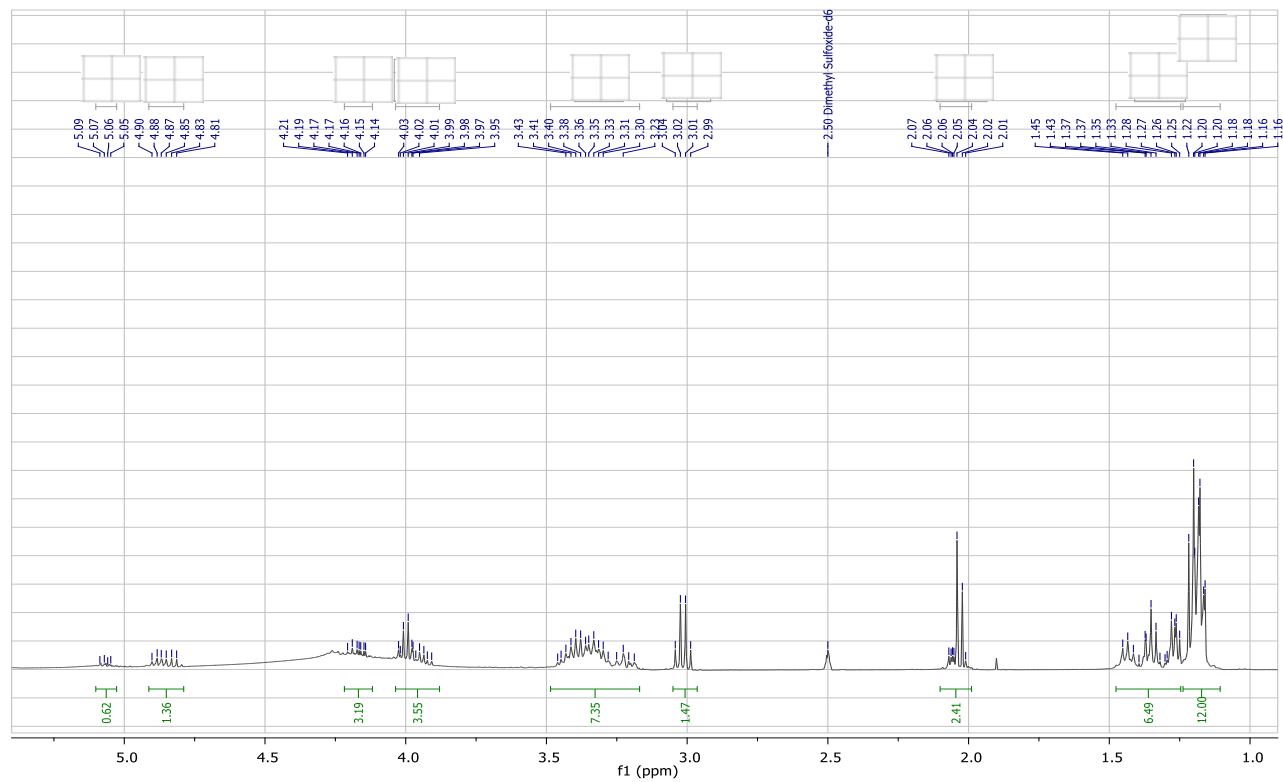


Figura A46. ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) del DES 7.

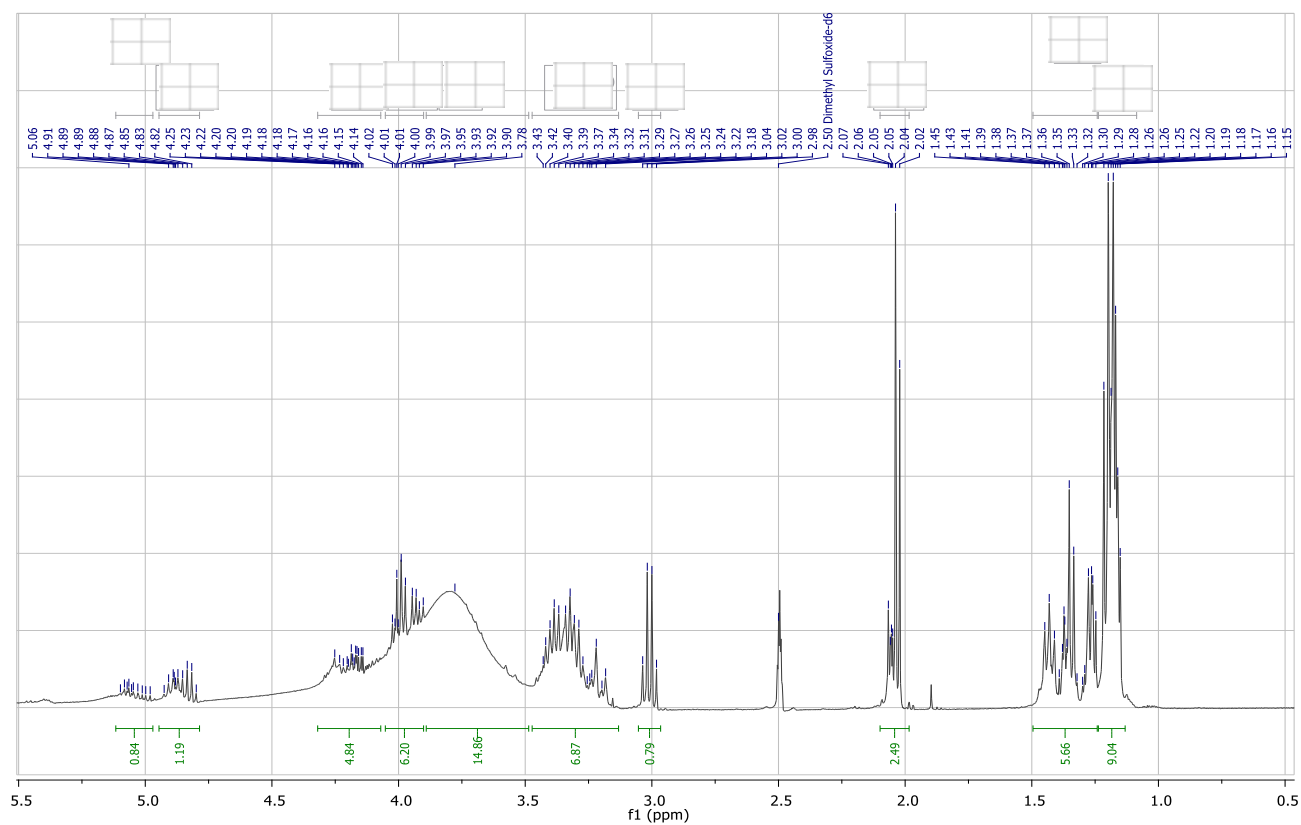


Figura A47. ^1H RMN (DMSO d_6 , 400 MHz) del DES 8.

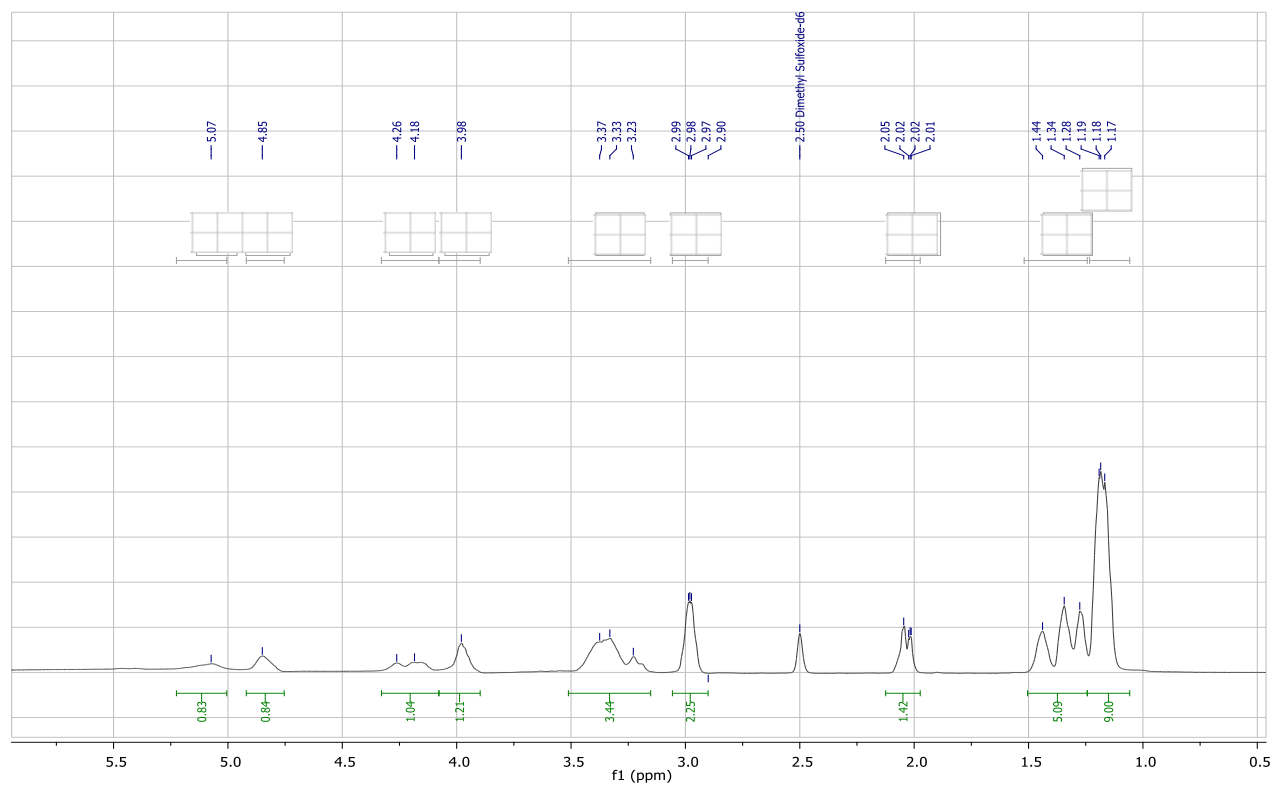


Figura A48. ^1H RMN (DMSO-d_6 , 400 MHz) del DES 9.

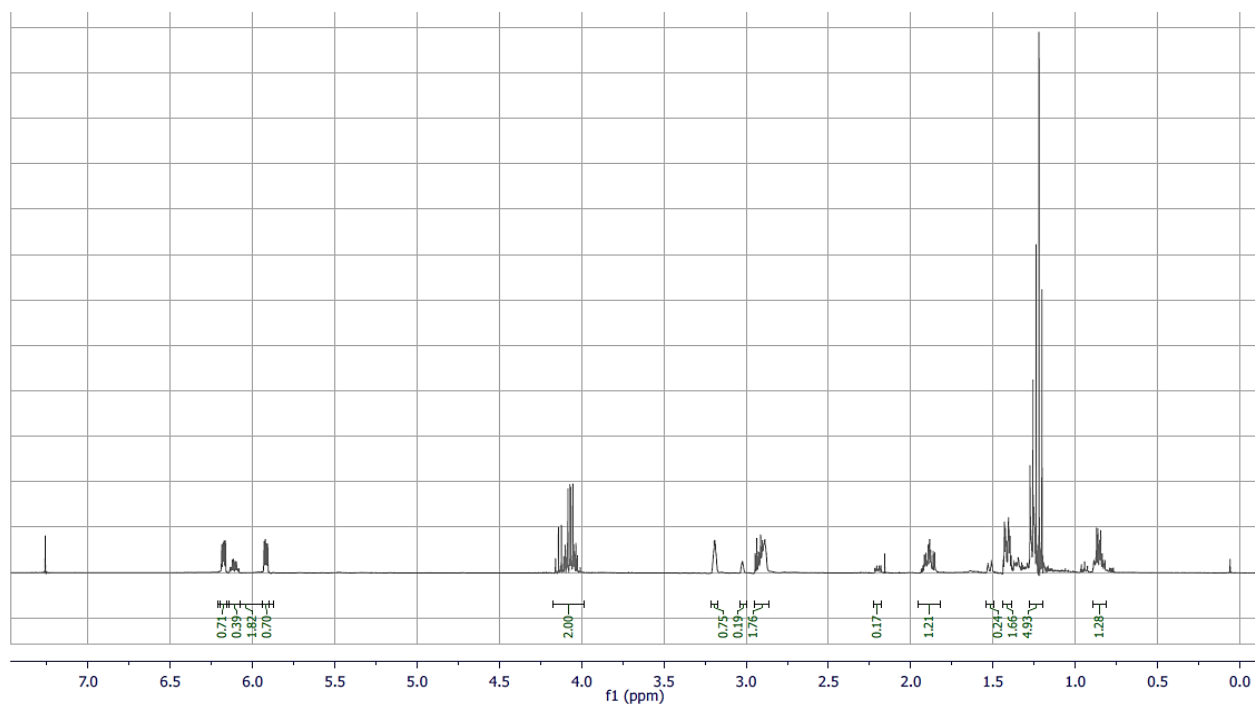


Figura A49. ^1H RMN ($\text{CHCl}_3\text{-d}$, 400 MHz) de los aductos (19a-19b).

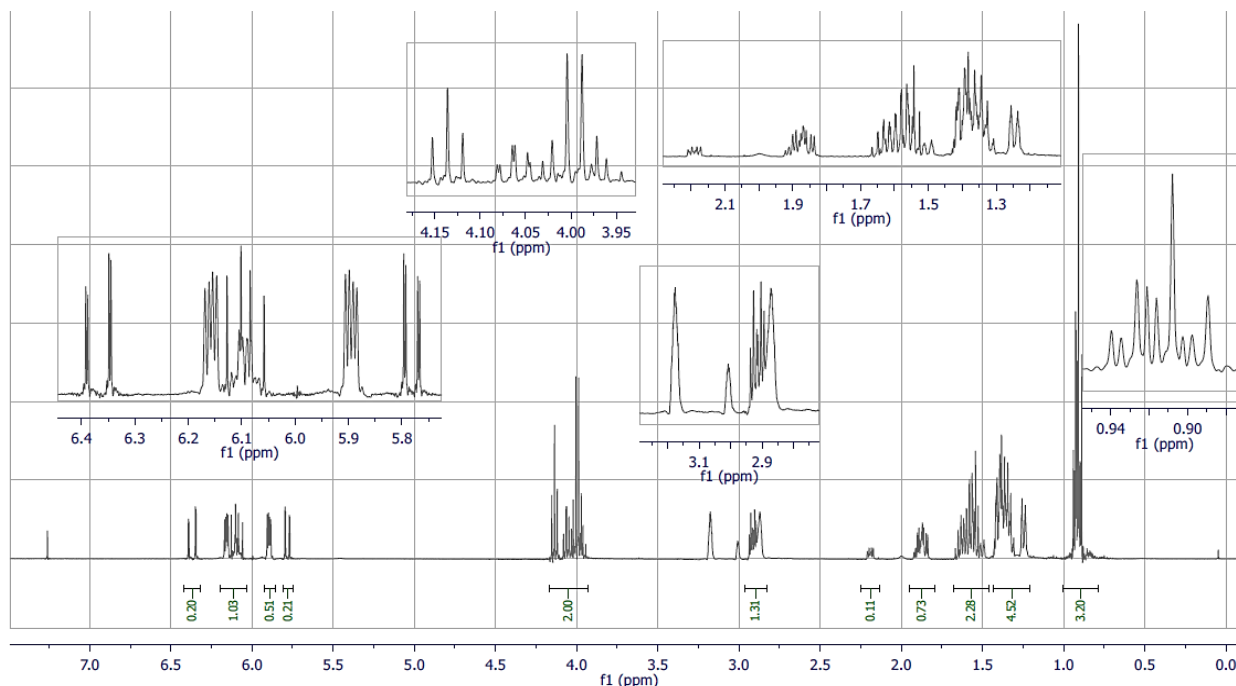


Figura A50. ¹H RMN (CHCl₃-d, 400 MHz) de los aductos (20a-20b).

Sección de estudios GC-FID.

Se empleó la cromatografía GC-FID a dos temperaturas diferentes de inyección (230 ° C y 270 ° C) para determinar las relaciones endo-exo de los aductos obtenidos entre los compuestos (9) y (10) en la mayoría de los DESs preparados (véanse las Figuras A51-A80). Aunque la relación de aductos no presentó un cambio importante con la temperatura de inyección, es notable que se encontró una selectividad ligeramente mayor a 230 ° C, observándose una ligera isomerización de los aductos en el inyector de GC a 270 ° C.

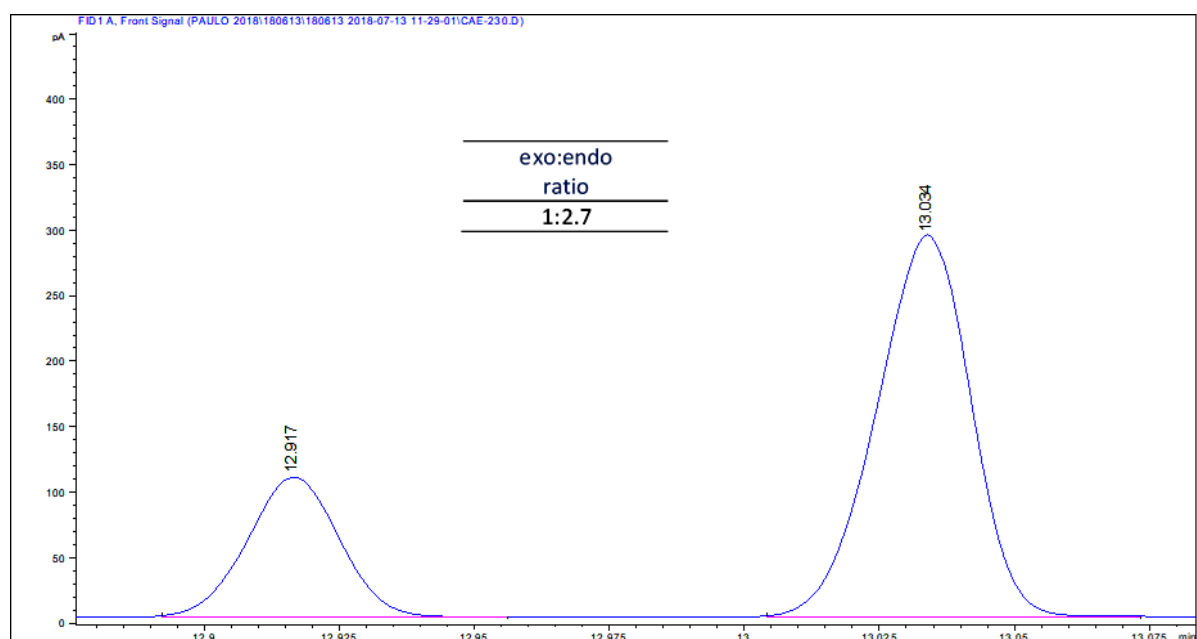


Figura A51. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 230°C usando el DES 1.

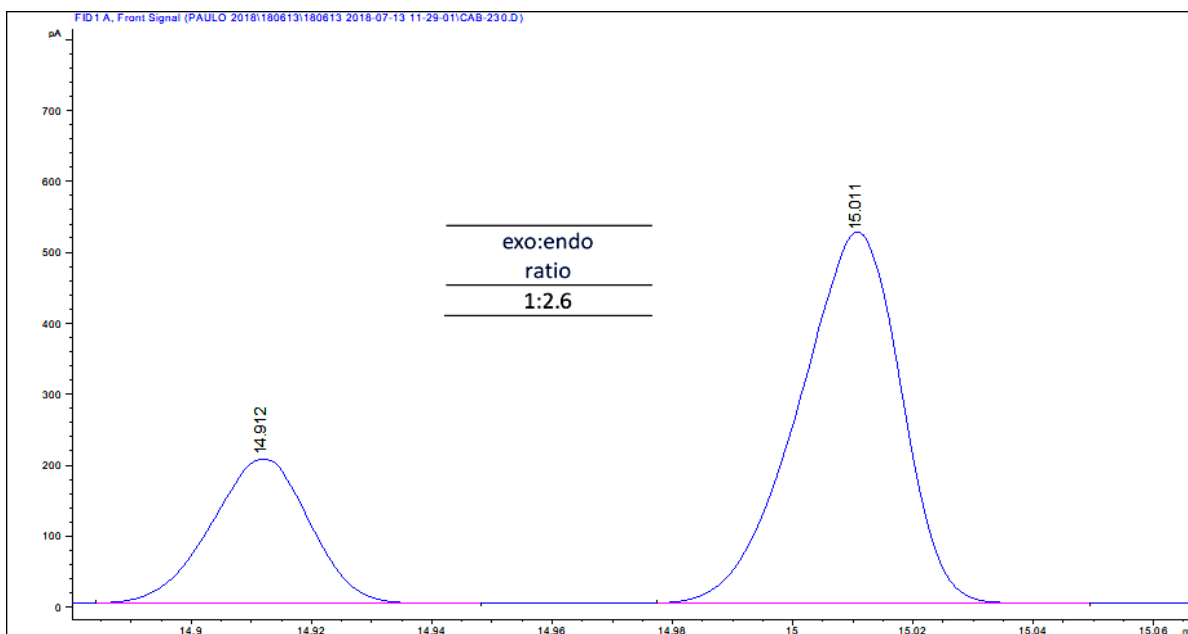


Figura A52. relación *exo:endo* de (20b:20a) inyectado a 230°C usando el DES 1.

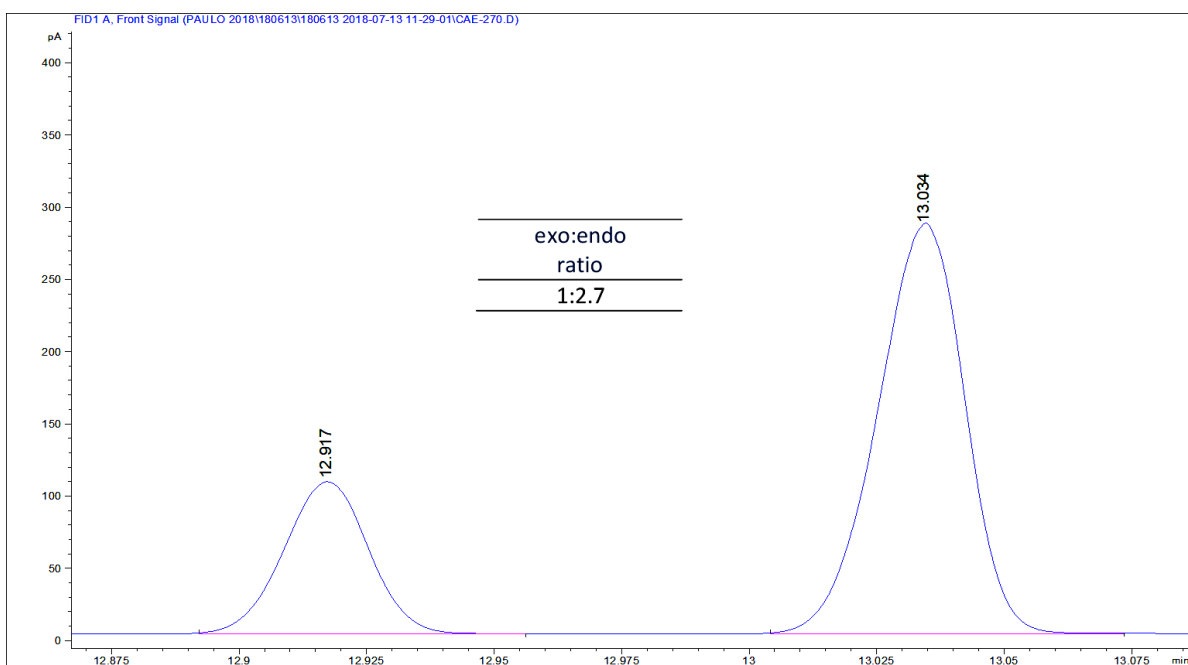


Figura A53. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 270°C usando el DES 1.

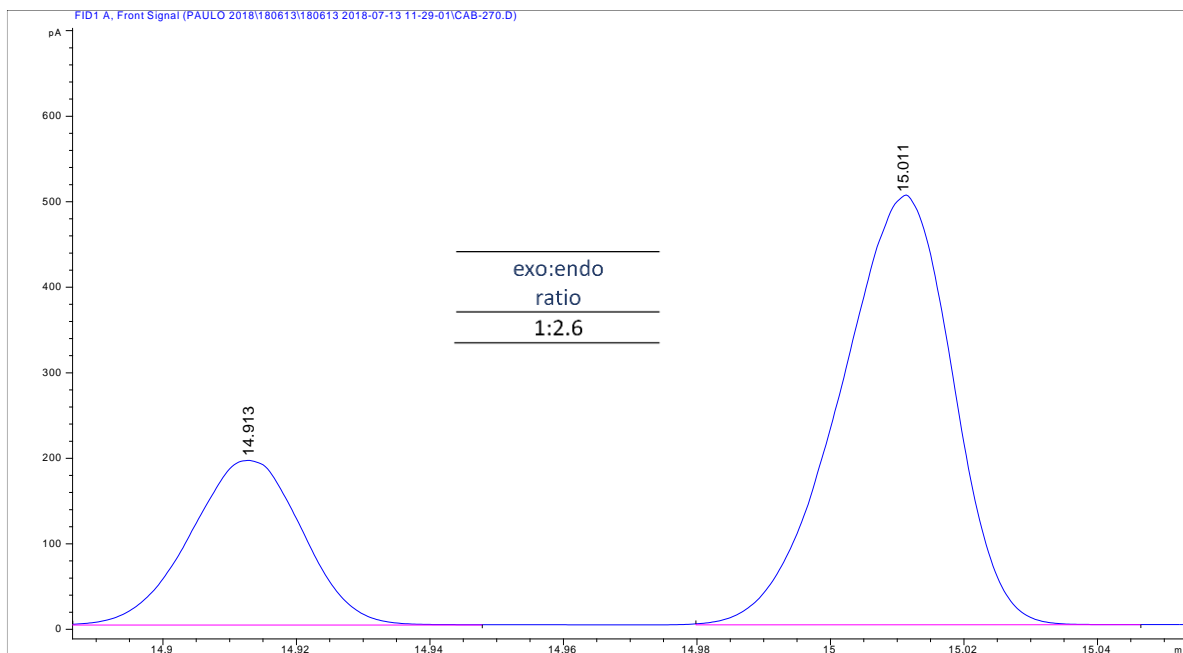


Figura A54. relación *exo:endo* de (20b:20a) inyectado a 270°C usando el DES 1.

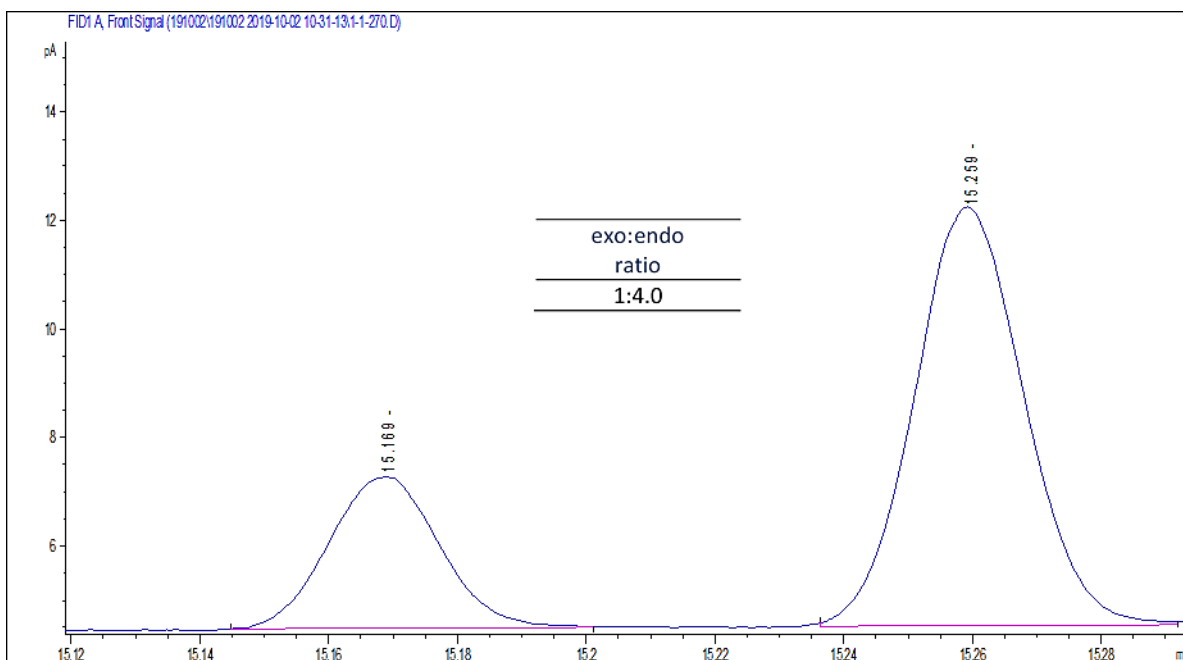


Figura A55. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 270°C usando el DES 1, preparado en una relación estequiométrica [1:1].

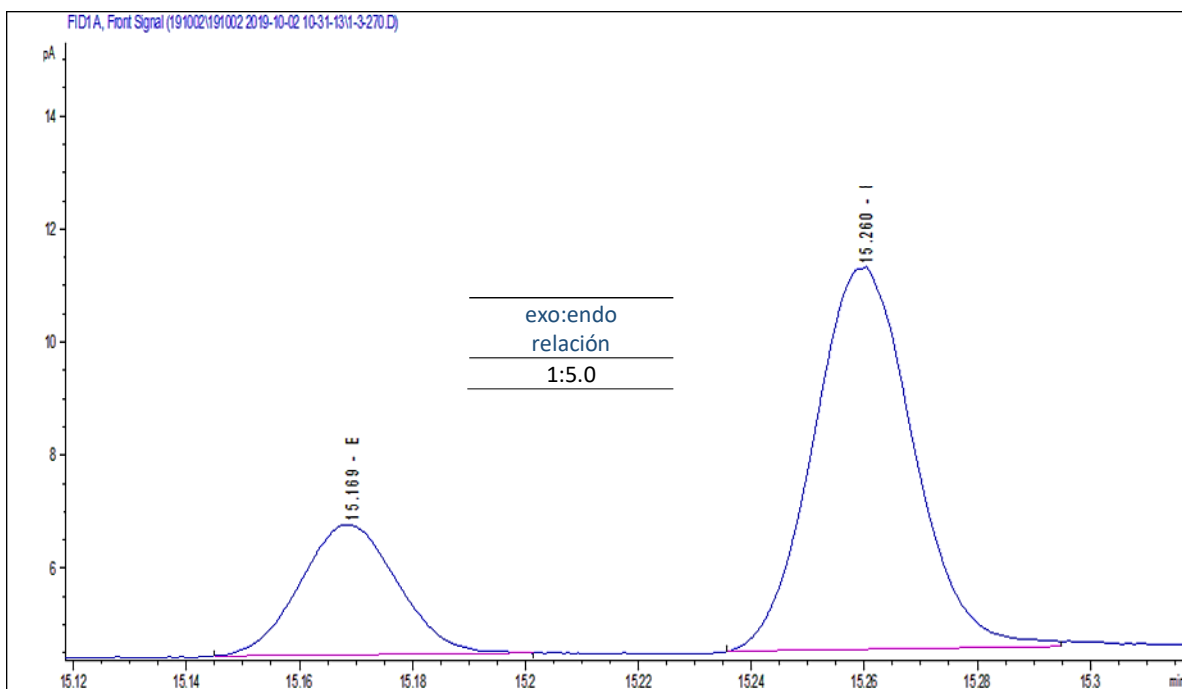


Figura A56. *exo:endo* relación de (19b:19a) inyectado a 270°C usando el DES 1, preparado en una relación estequiométrica [1:3].

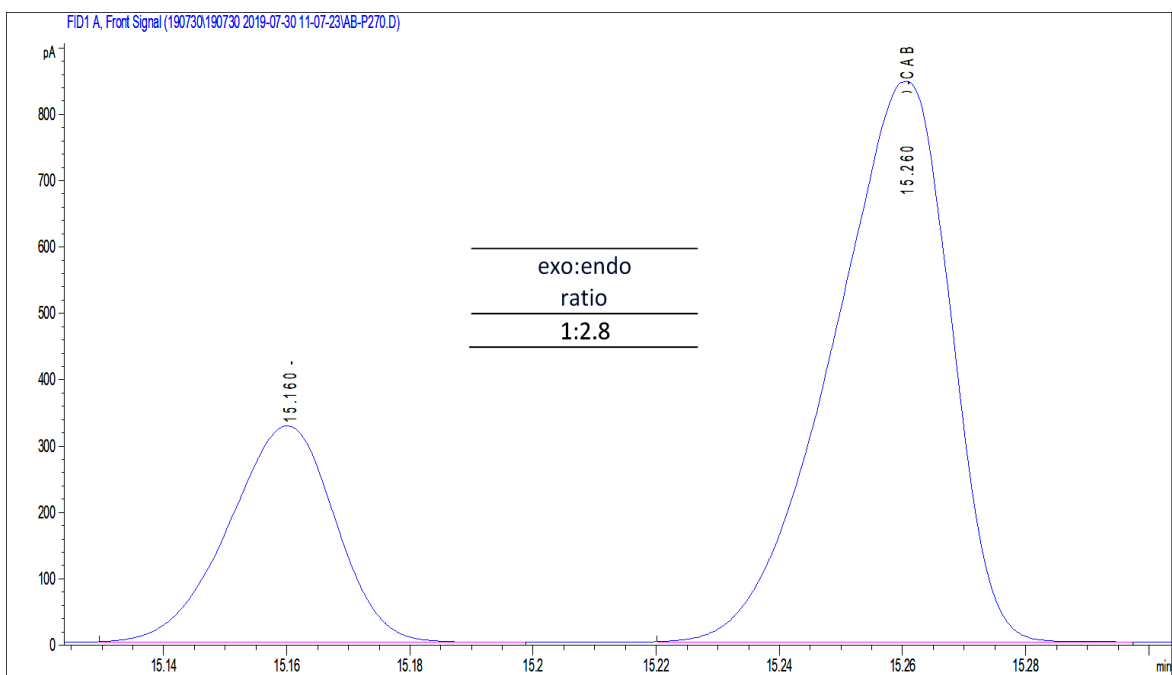


Figura A57. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 230°C usando el DES 3.

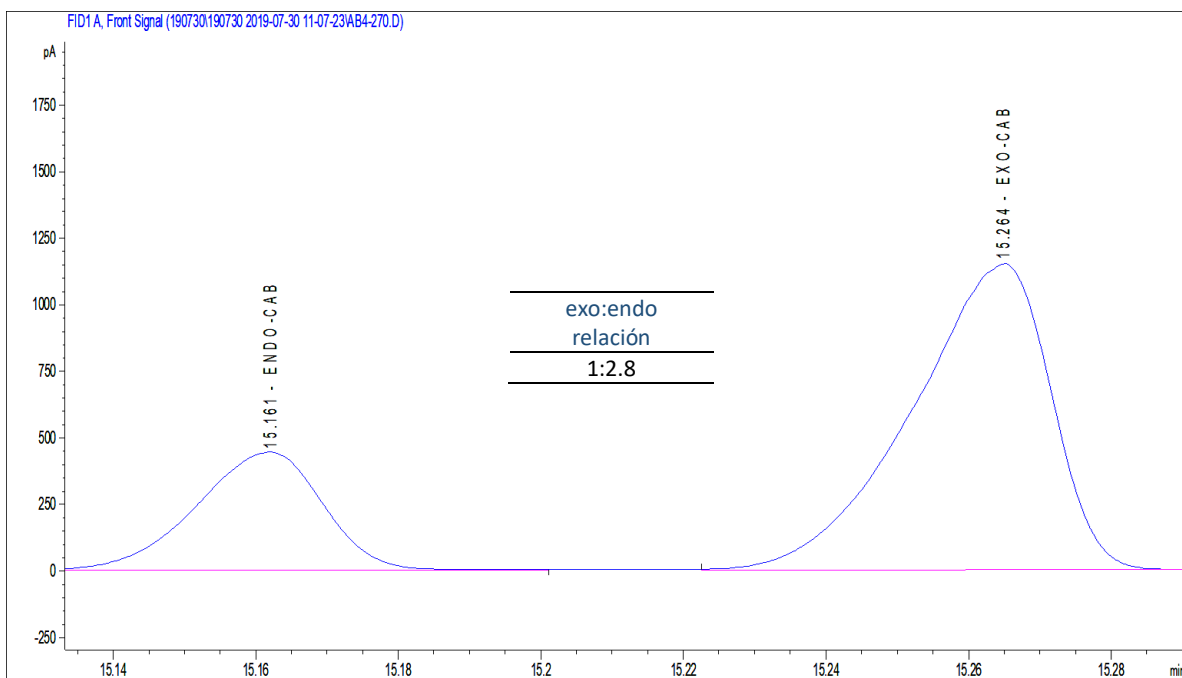


Figura A58. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 270°C usando el DES 3.

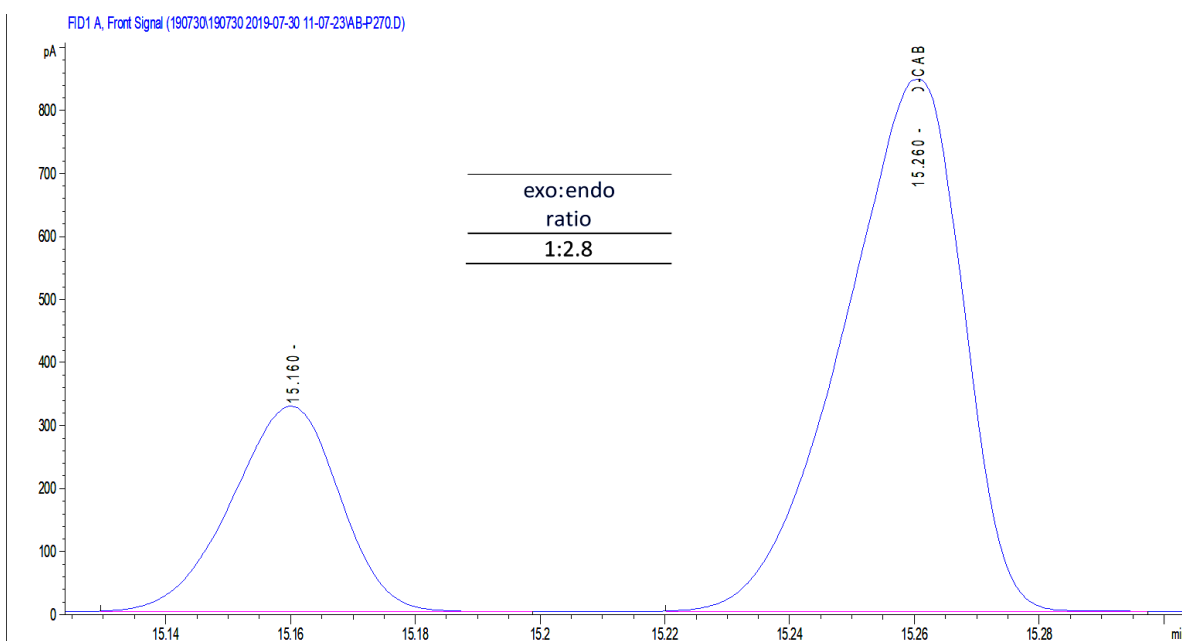


Figura A59. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 230°C usando el DES 4.

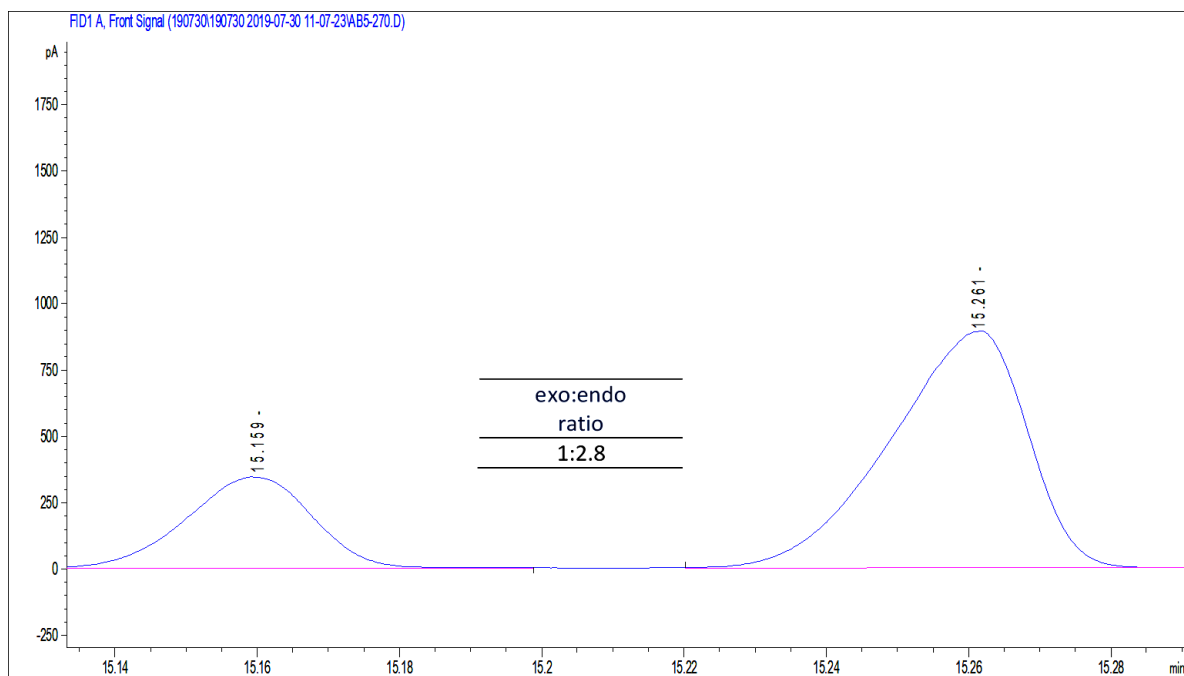


Figura A60. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 270°C usando el DES 4.

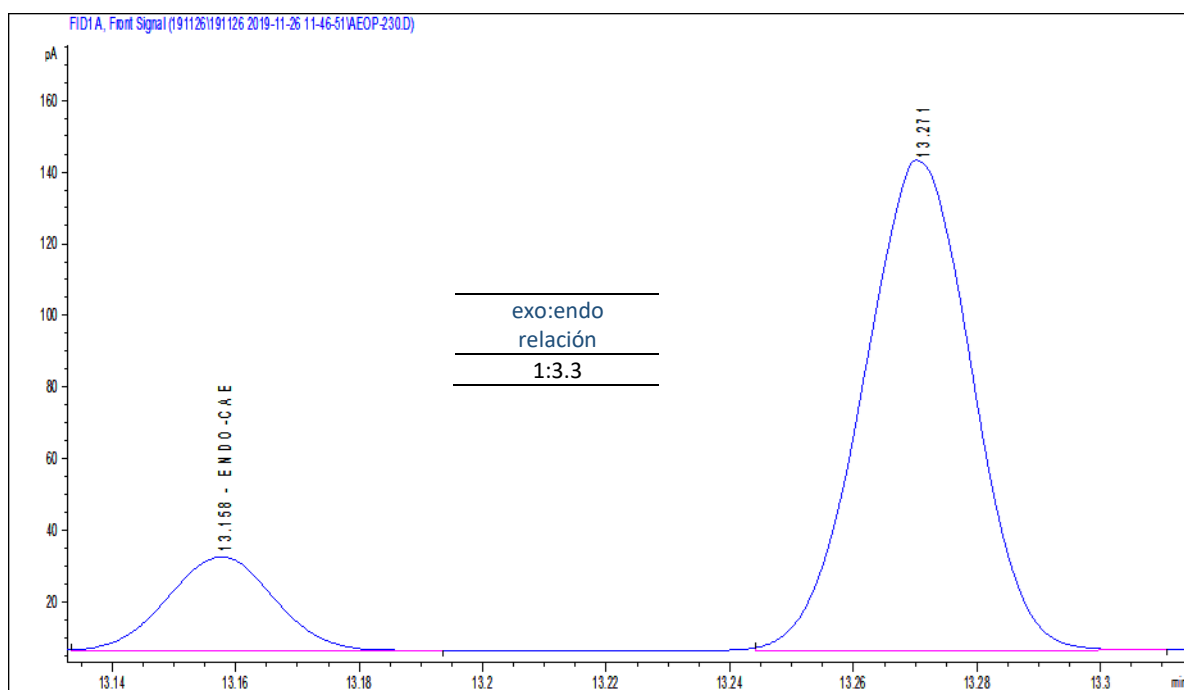


Figura A61. relación *exo:endo* de (19b:19a) usando el DES 5 inyectado a 230°C.

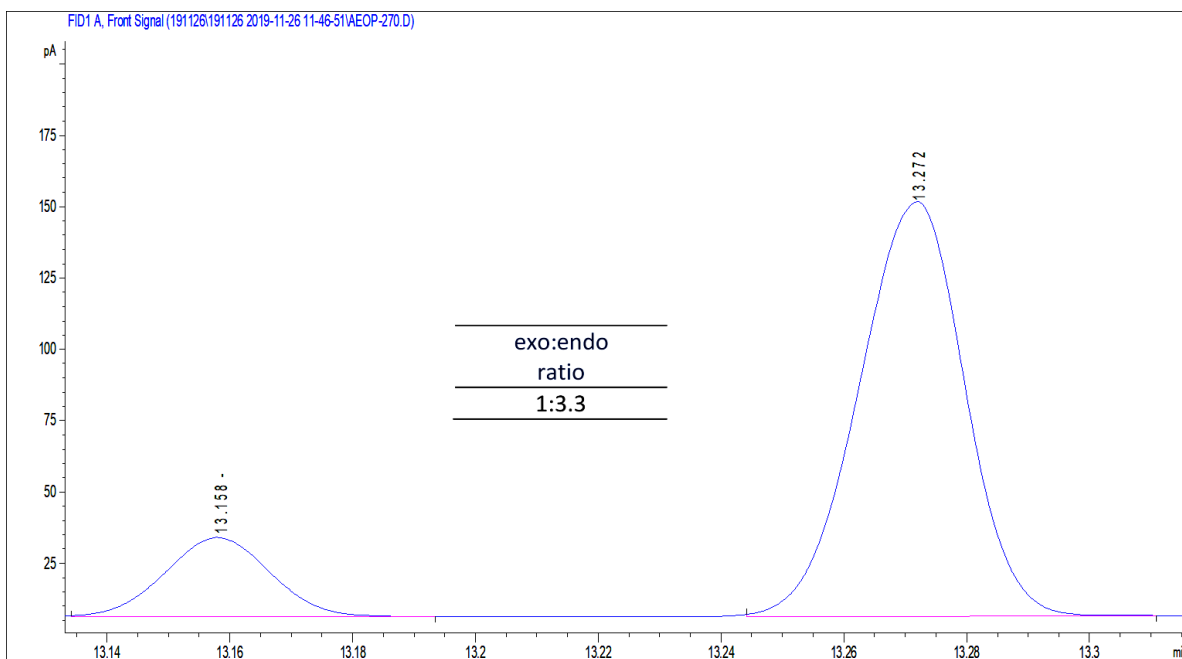


Figura A62. relación *exo:endo* de (19b:19a) usando el DES 5 inyectado a 270°C.

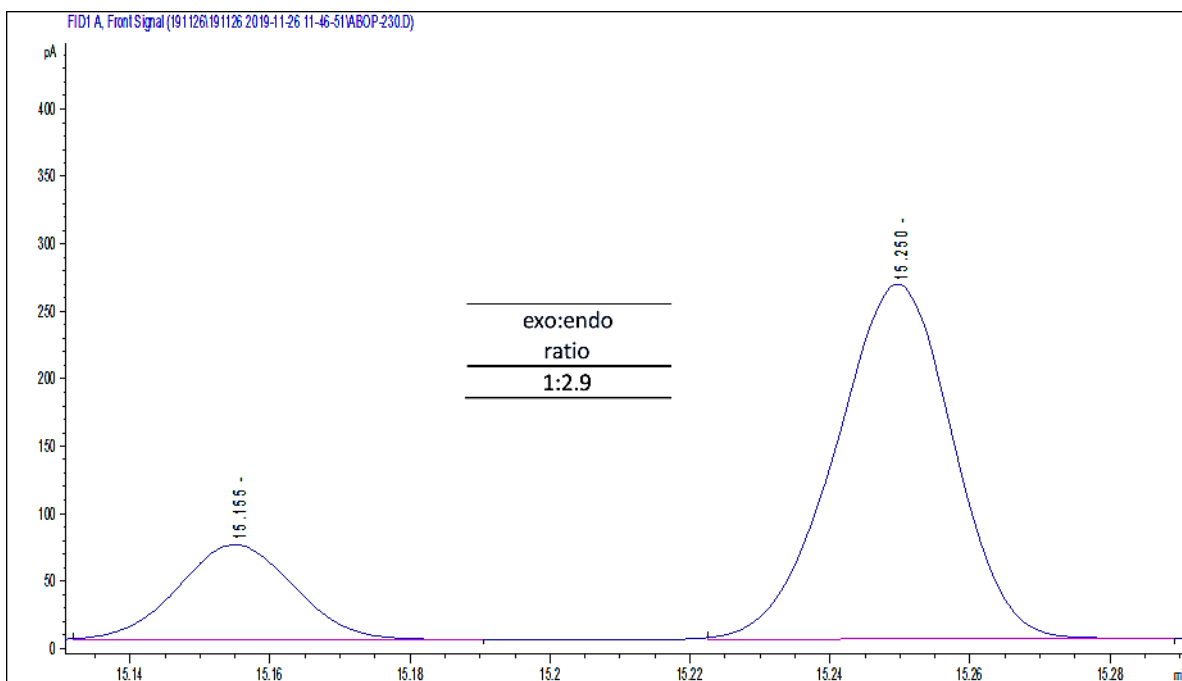


Figura A63. relación *exo:endo* de (20b:20a) usando el DES 5 inyectado a 230°C.

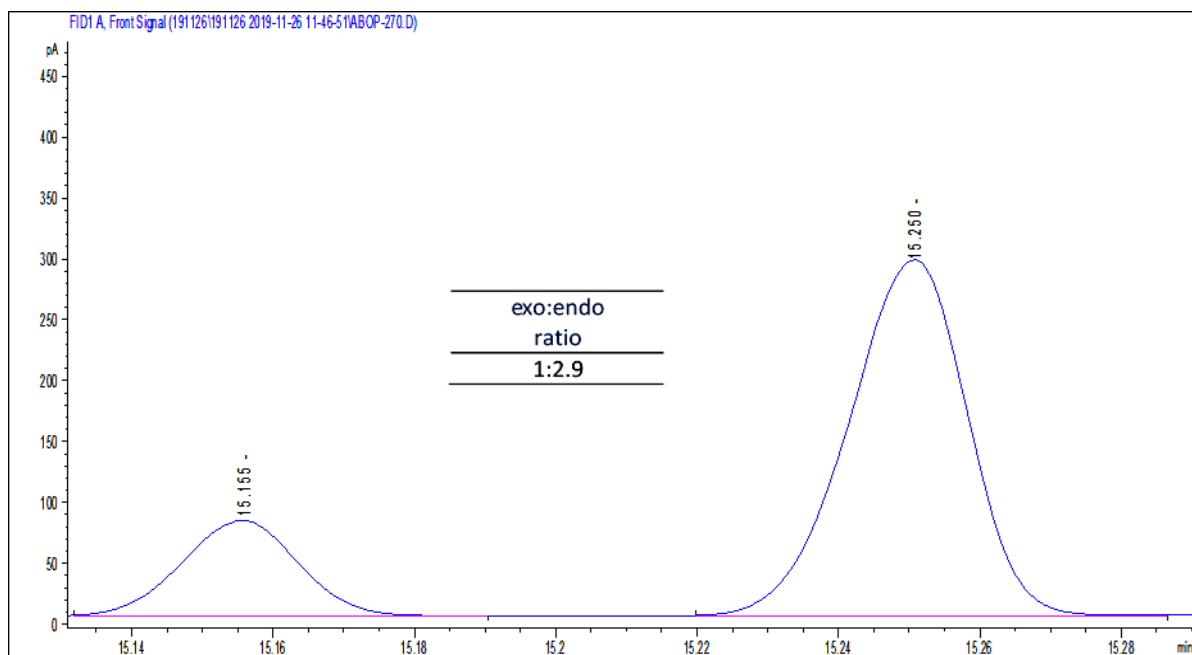


Figura A64. relación *exo:endo* de (20b:20a) usando el DES 5 inyectado a 270°C.

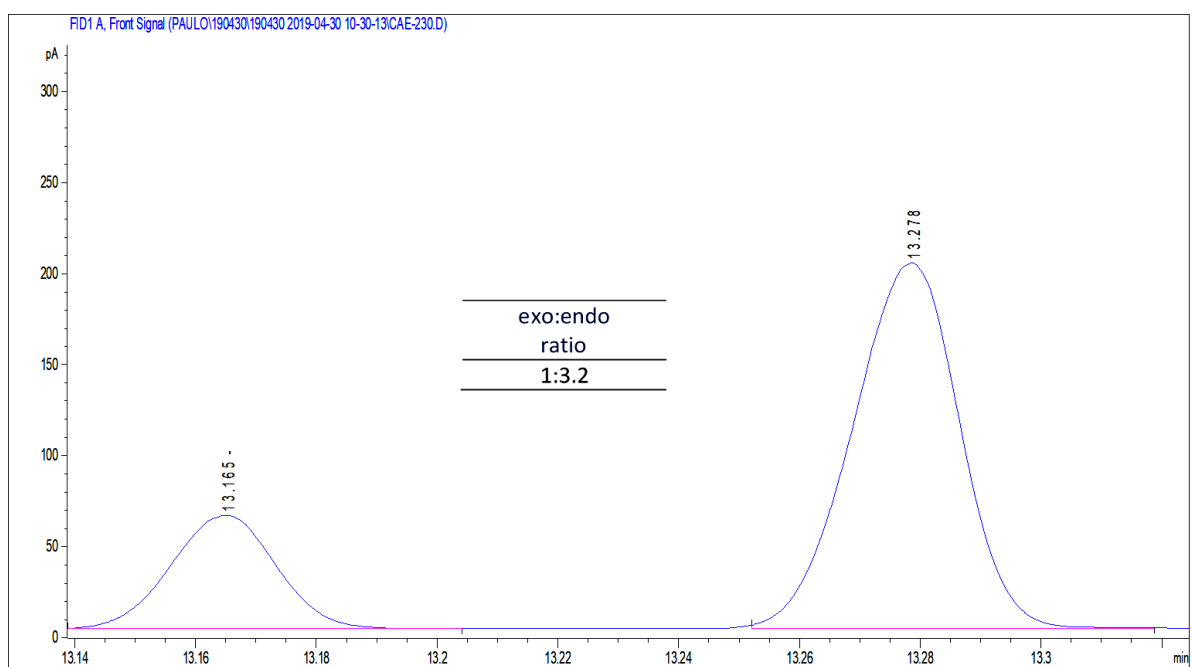


Figura A65. relación *exo:endo* de (19b:19a) usando el DES 6 inyectado a 230°C.

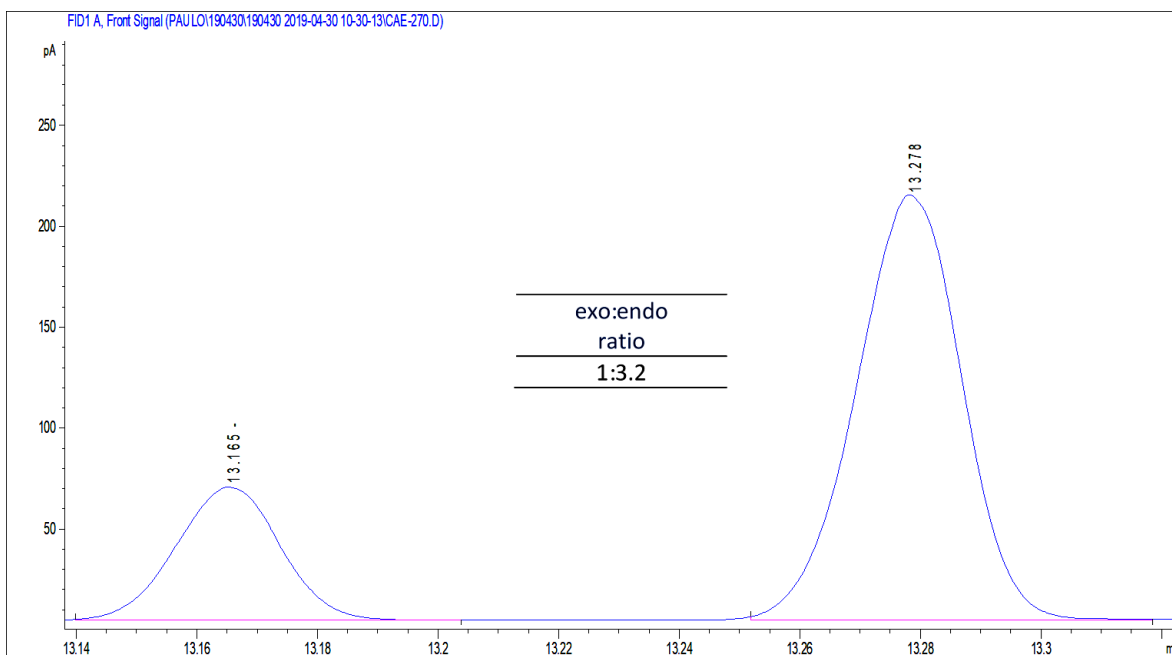


Figura A66. relación *exo:endo* de (19b:19a) usando el DES 6 inyectado a 270°C.

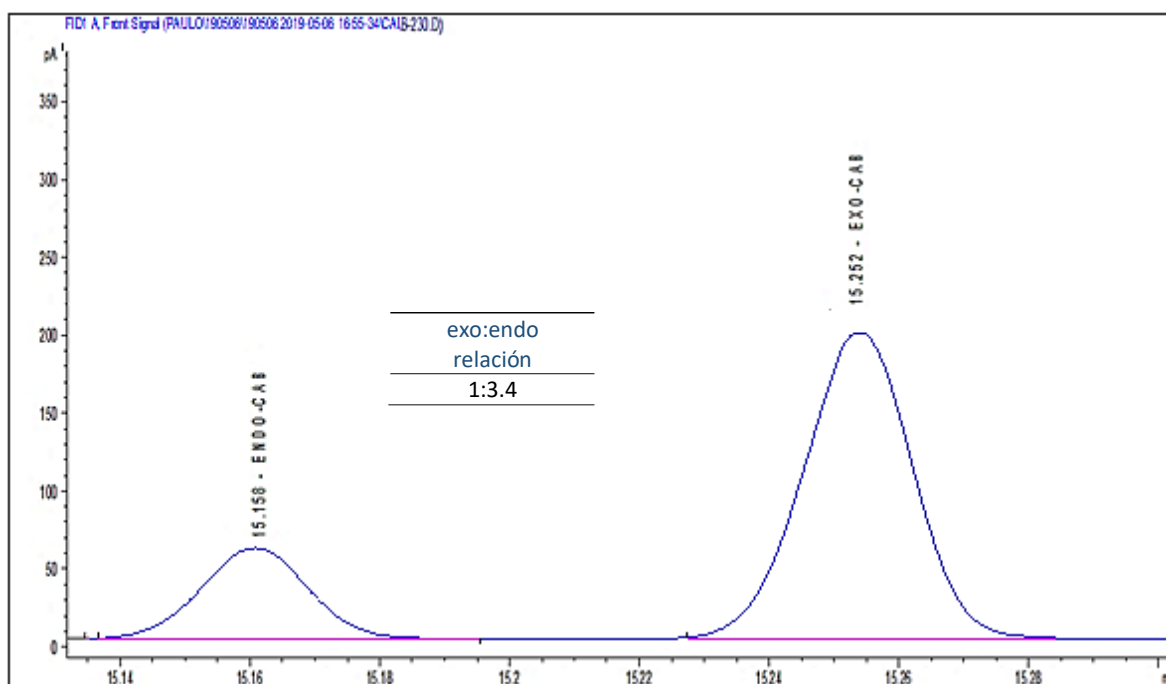


Figura A67. relación *exo:endo* de (20b:20a) usando el DES 6 inyectado a 230°C.

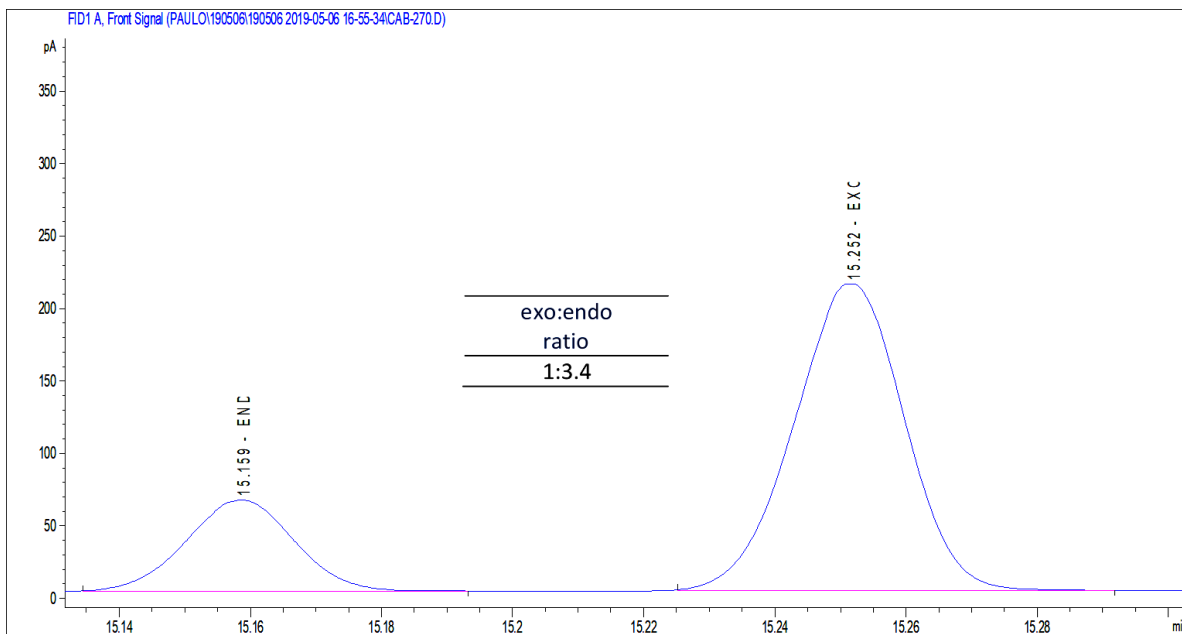


Figura A68. relación *exo:endo* de (20b:20a) usando el DES 6 inyectado a 270°C.

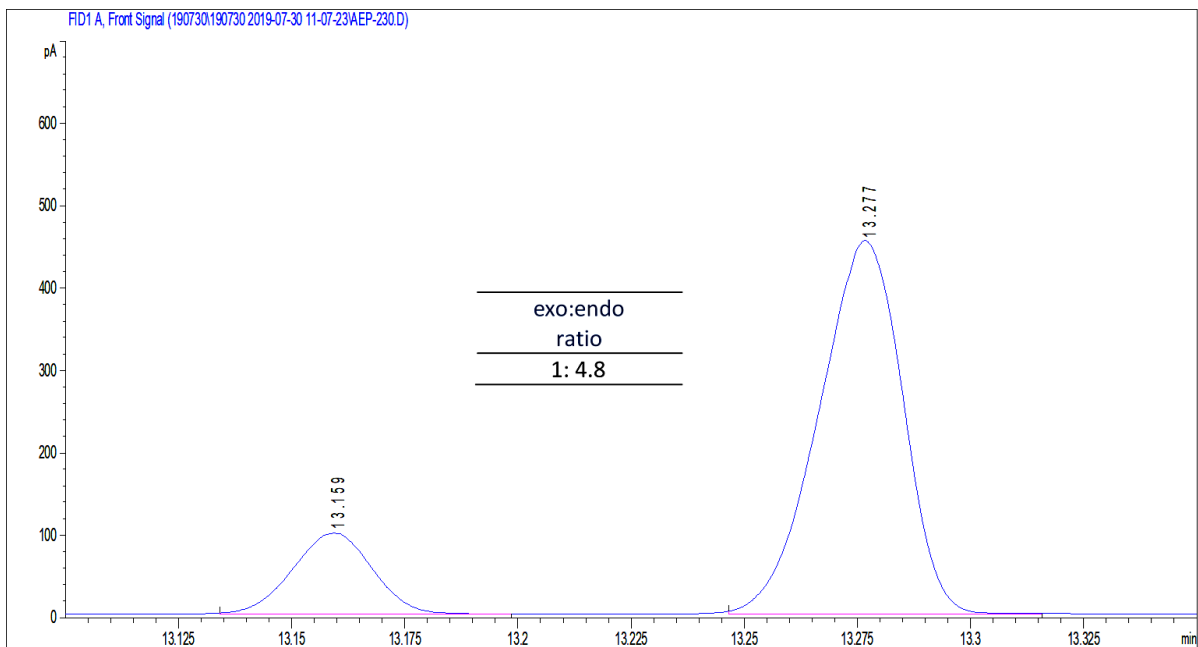


Figura A69. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 230°C usando el DES 7.

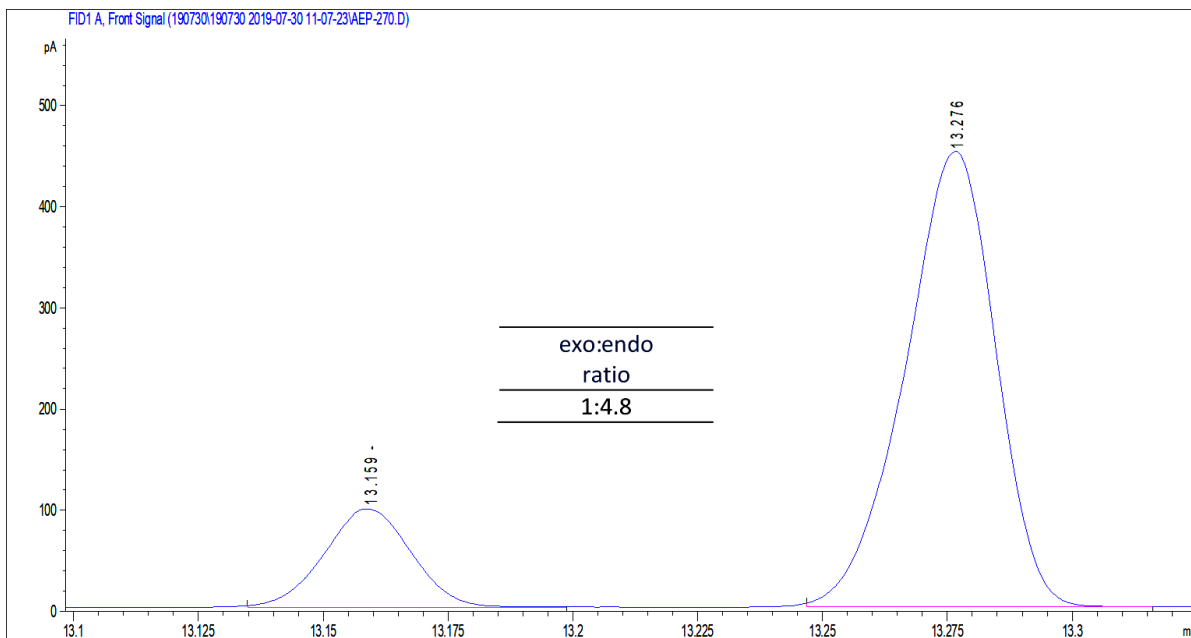


Figura A70. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 270°C usando el DES 7.

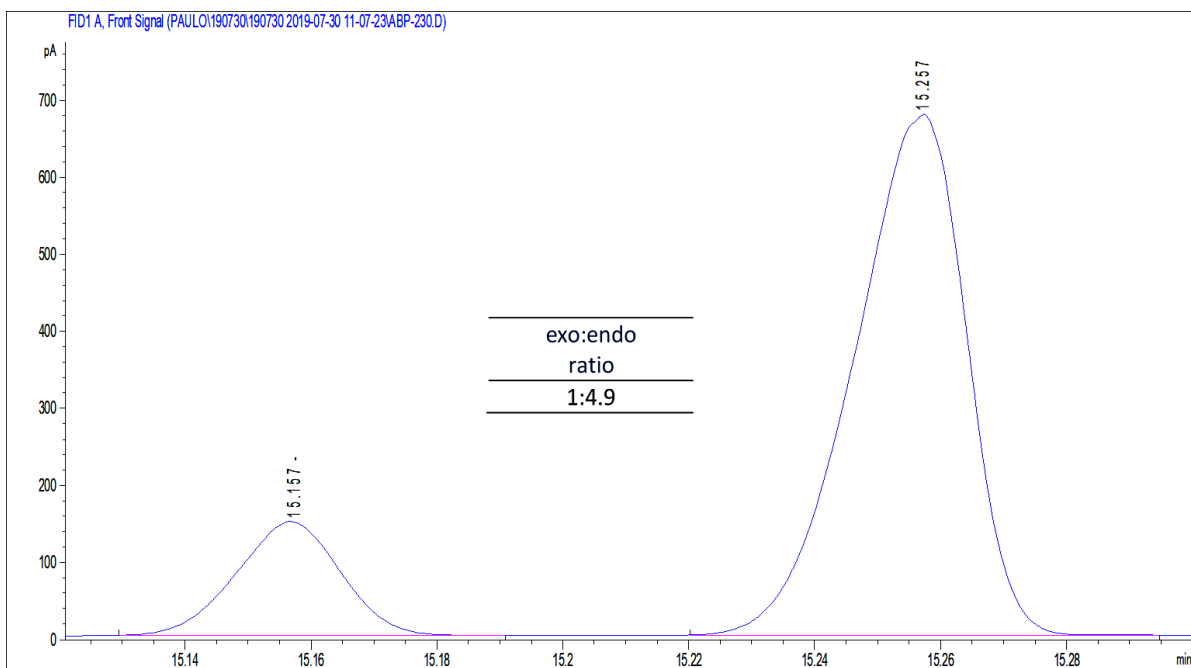


Figura A71. relación *exo:endo* de (20b:20a) inyectado a 230°C usando el DES 7.

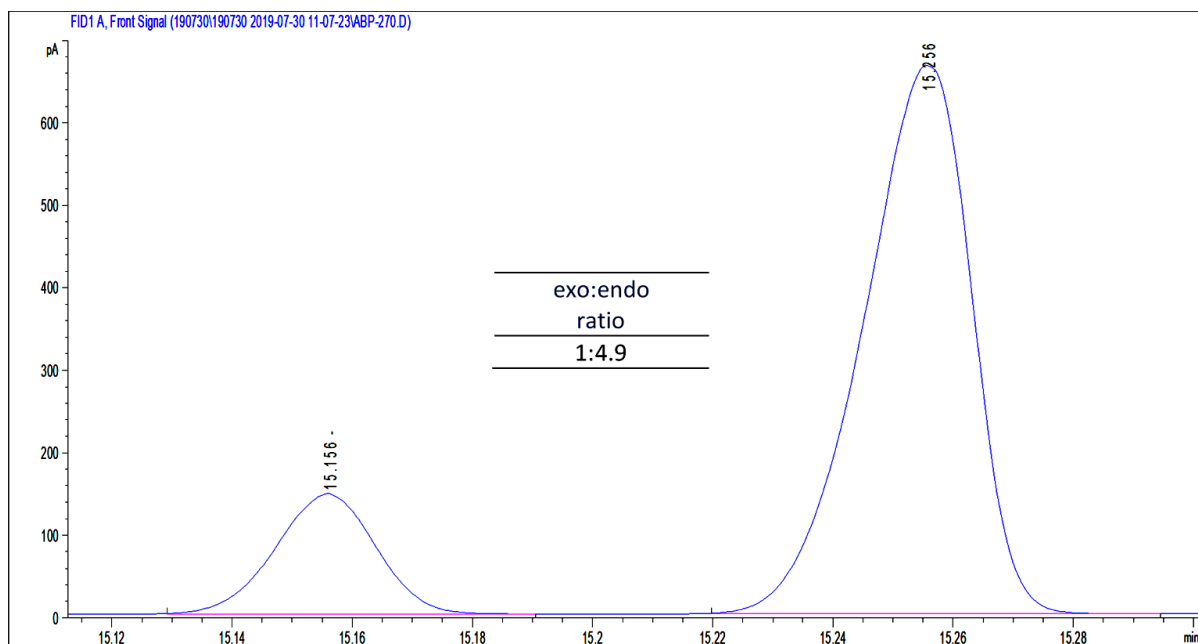


Figura A72. relación *exo:endo* de (20b:20a) inyectado a 270°C usando el DES 7.

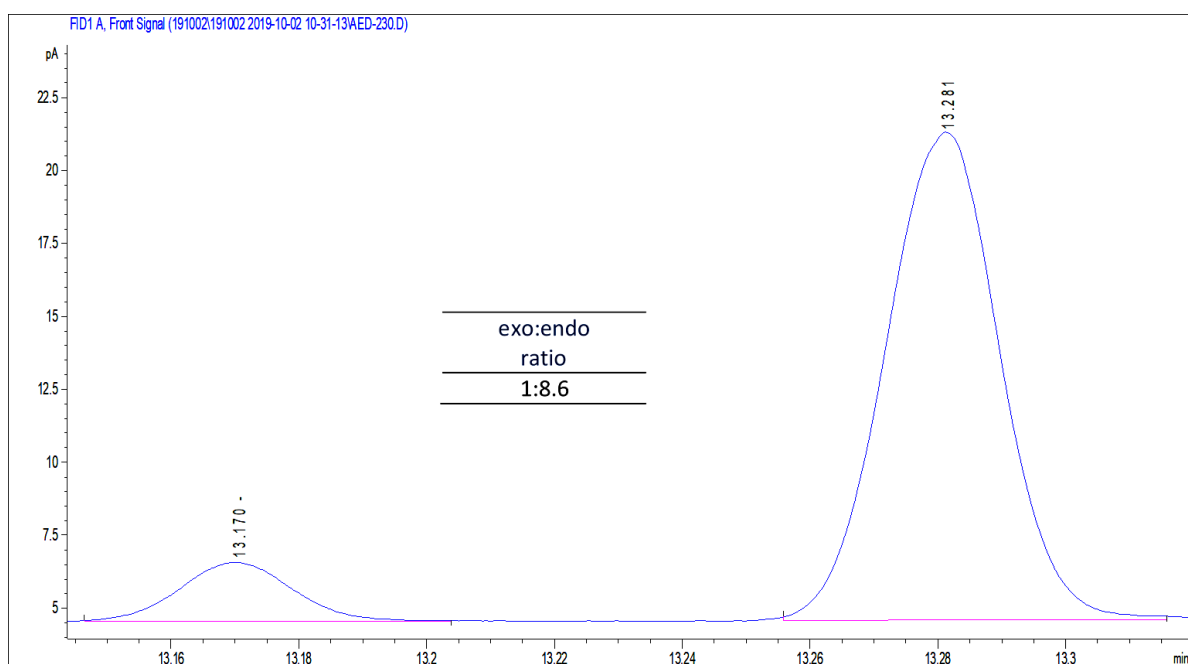


Figura A73 relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 230°C usando el DES 8.

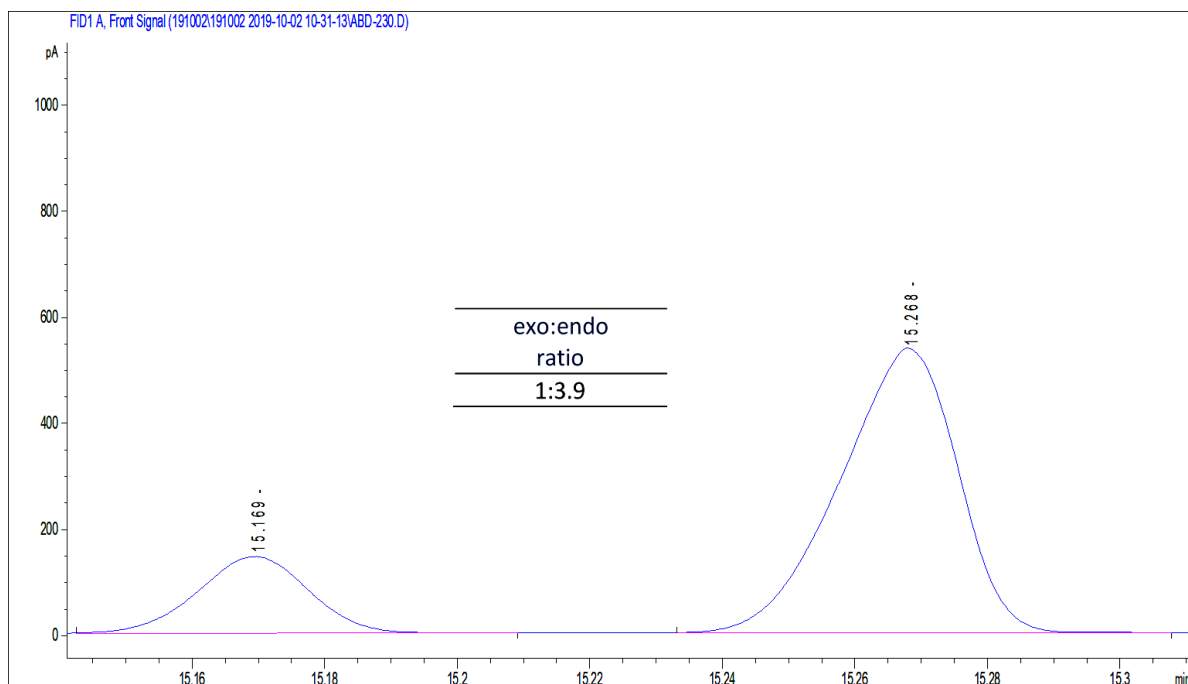


Figura A74. relación *exo:endo* de (20b:20a) inyectado a 230°C usando el DES 8.

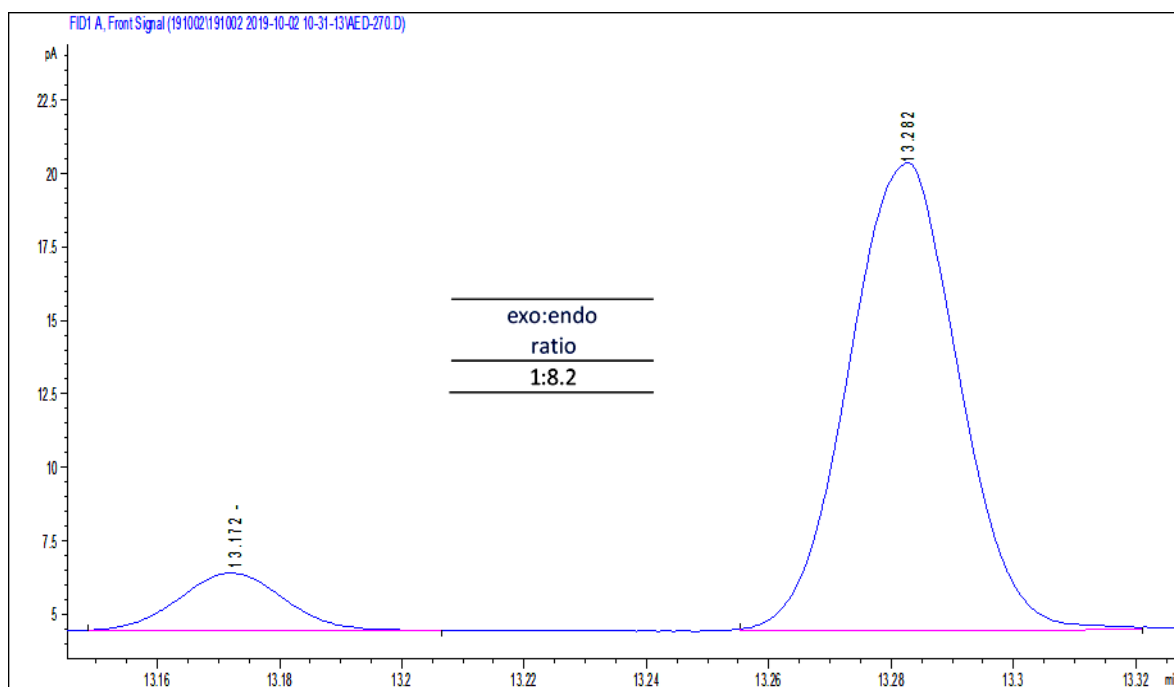


Figura A75. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 270°C usando el DES 8.

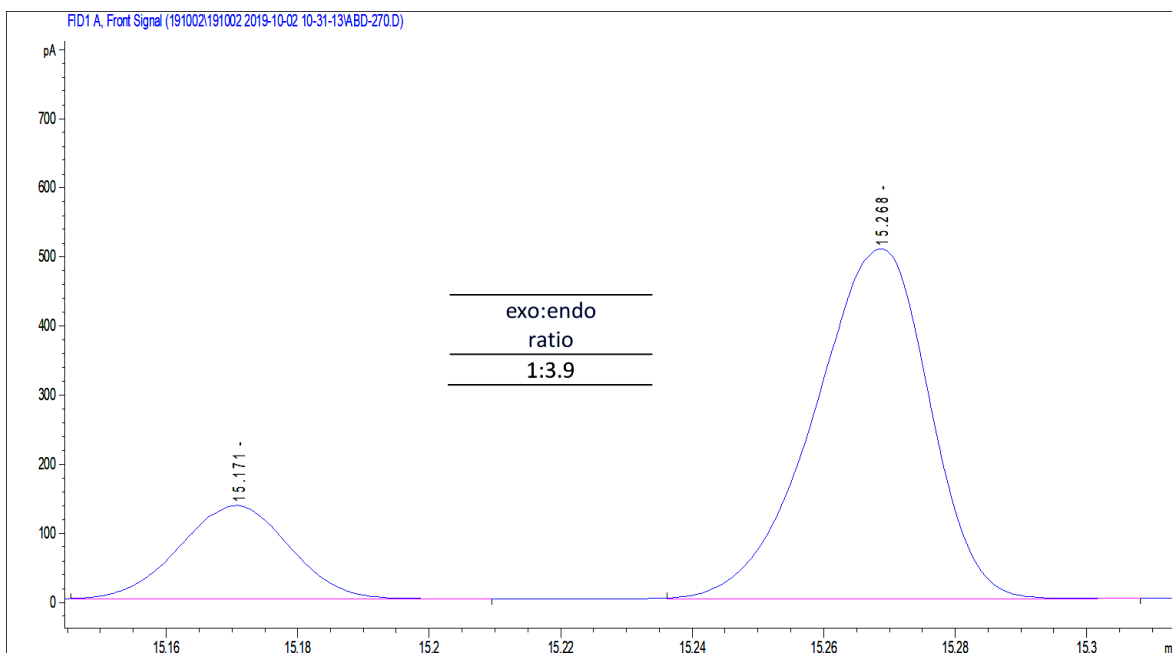


Figura A76. relación *exo:endo* de (20b:20a) inyectado a 270°C usando el DES 8.

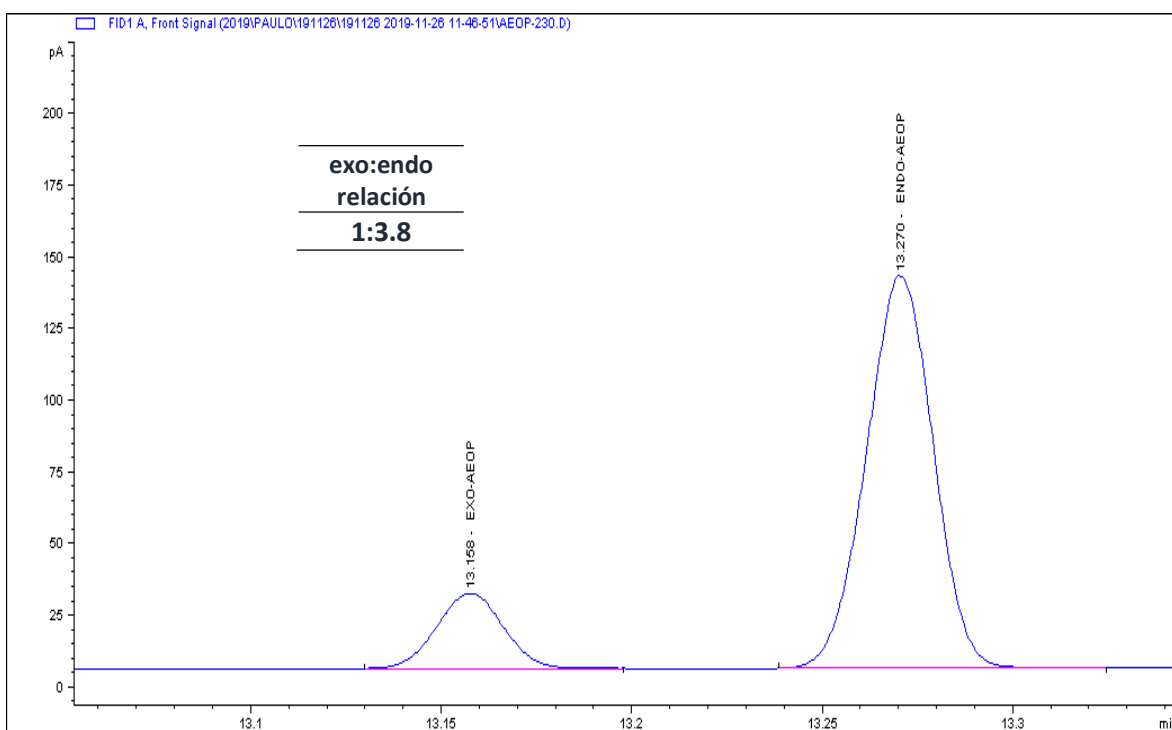


Figura A77. relación *exo:endo* de (19b:19a) inyectado a 230°C usando el DES 9.

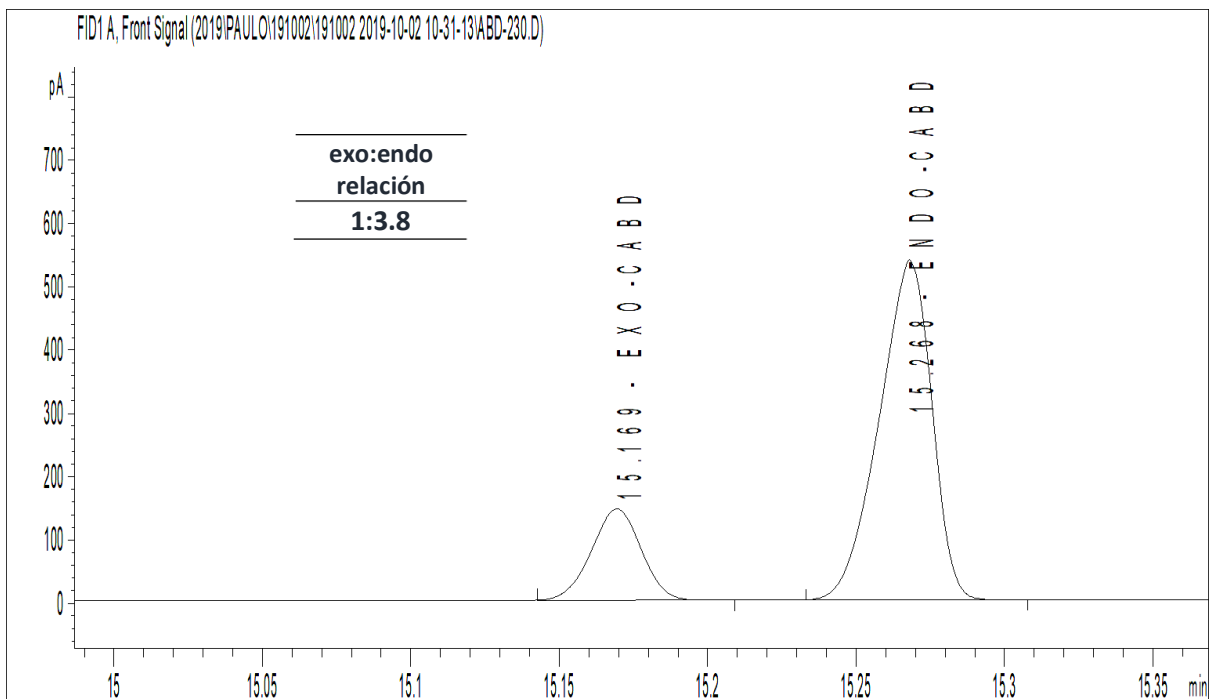


Figura A78. relación *exo:endo* de (20b:20a) inyectado a 230°C usando el DES 9.

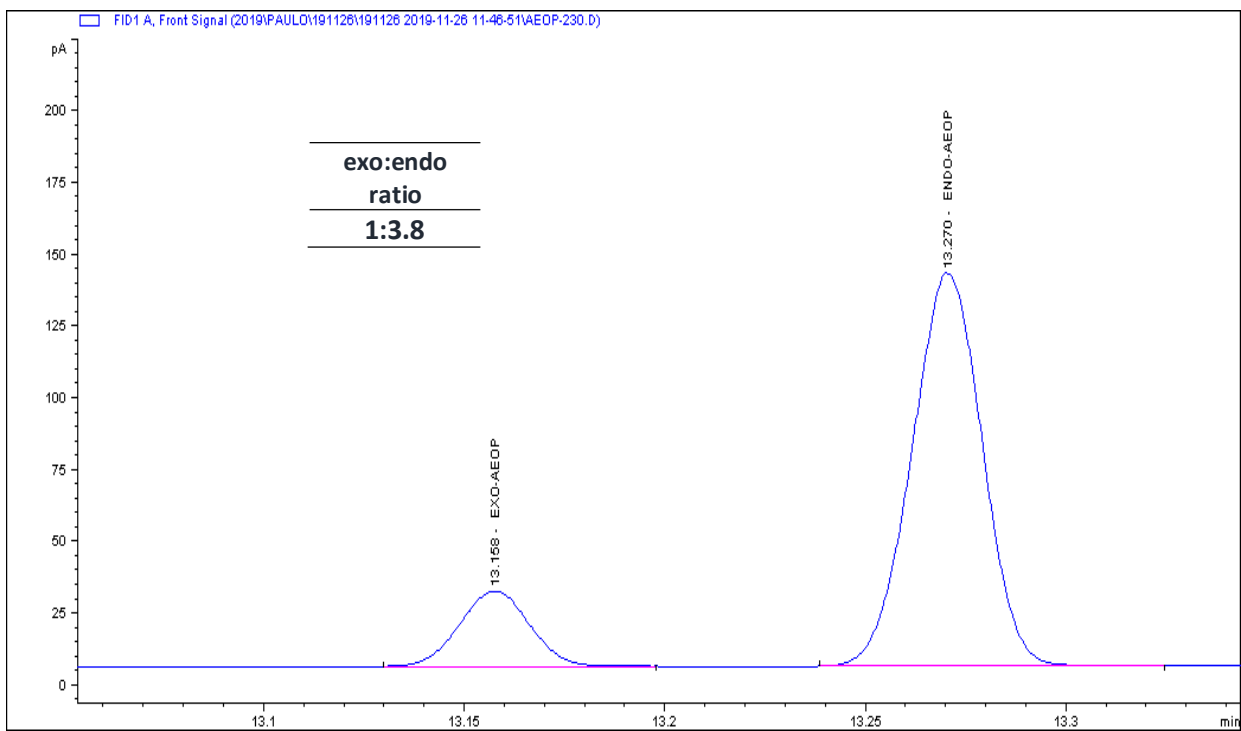


Figura A79. Relación *exo:endo* (19b:19a) inyectada a 230°C usando el DES 9.

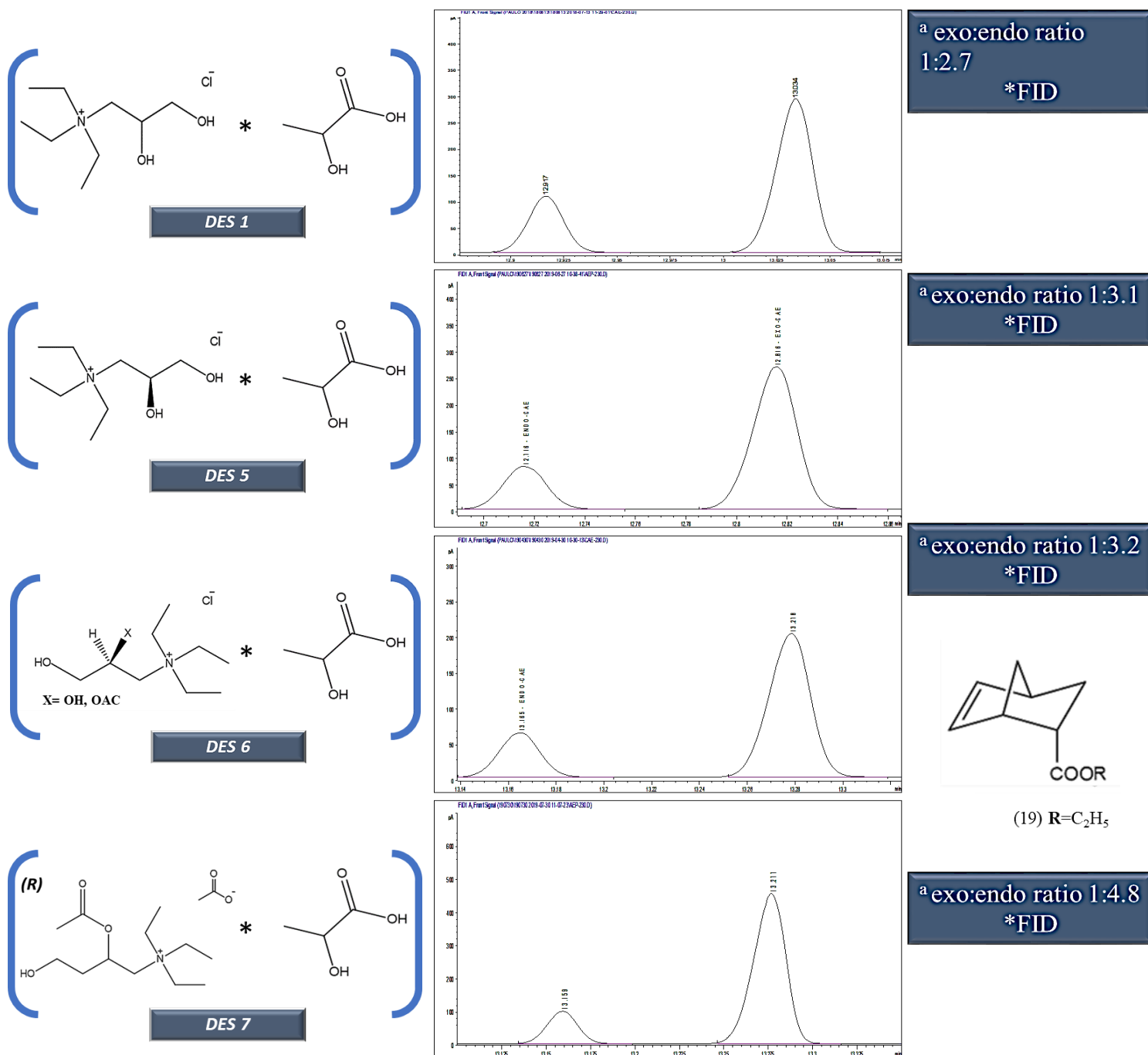


Figura A80. Resumen de los cromatogramas GC-FID de las relaciones (19a:19b) usando el DES 1: [DPTAC][LA]^{rac}; DES 5: (*s*)-(-)[DPTAC][LA]; DES 6: [DPTAC][LA]^{ee:31%}; DES 7: [DPTA][LA]^{ee:48%}. Relaciones endo-exo fueron calculadas con base en el valor de sus áreas y los tiempos de retención fueron grabados en ≈ 13 minutos para (19a) y ≈ 13.5 minutos para (19b).

 Capítulo 5.

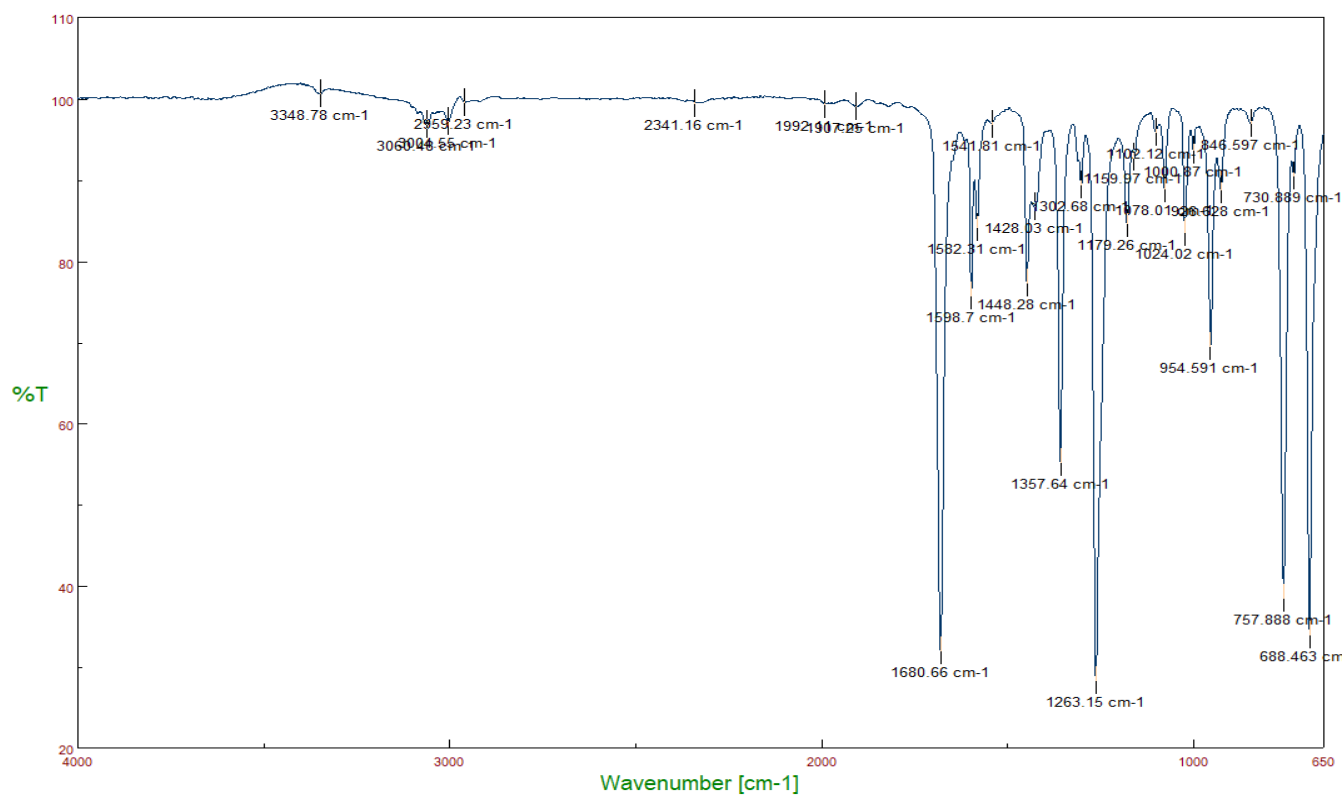


Figura A81. Espectro FT-IR de la acetofenona comercial (23).

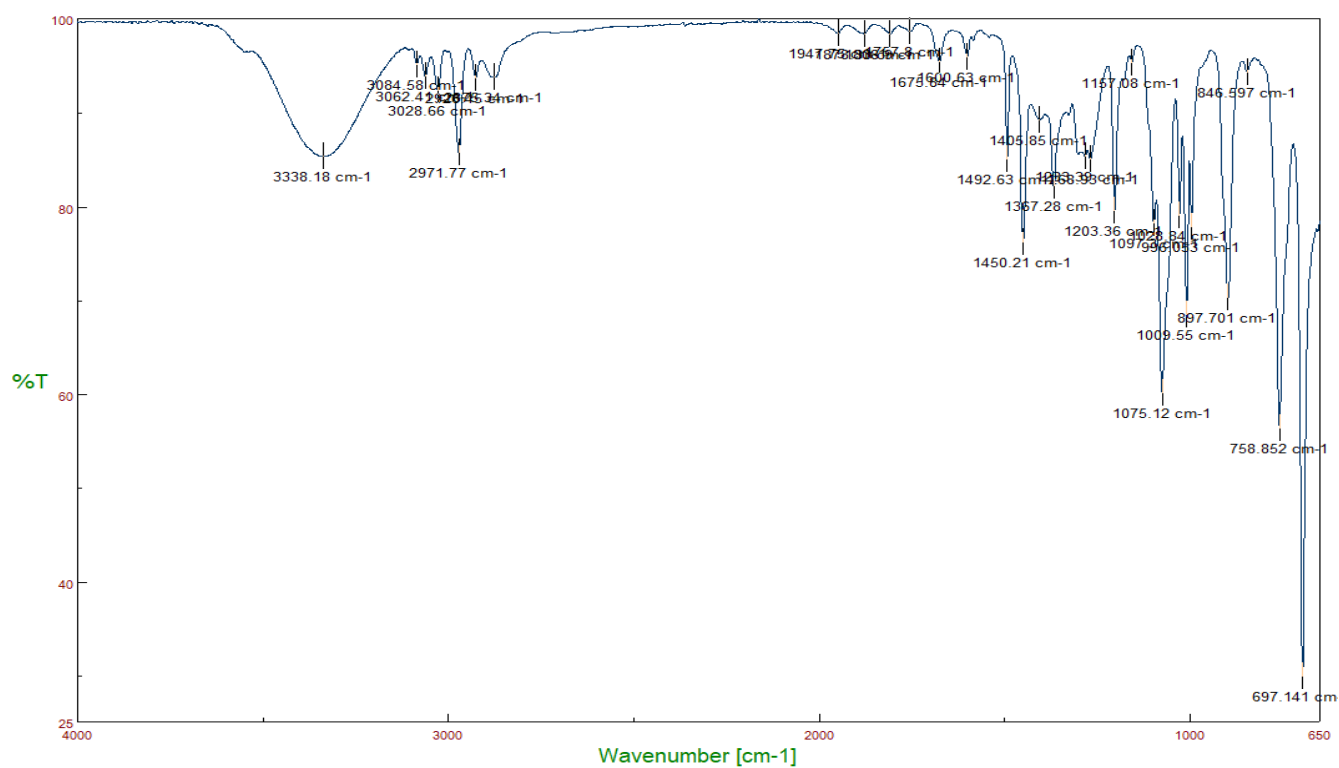


Figura A82. Espectro FT-IR del 1-feniletanol comercial (12).

Seguimiento por espectroscopia FT-IR del compuesto (12)

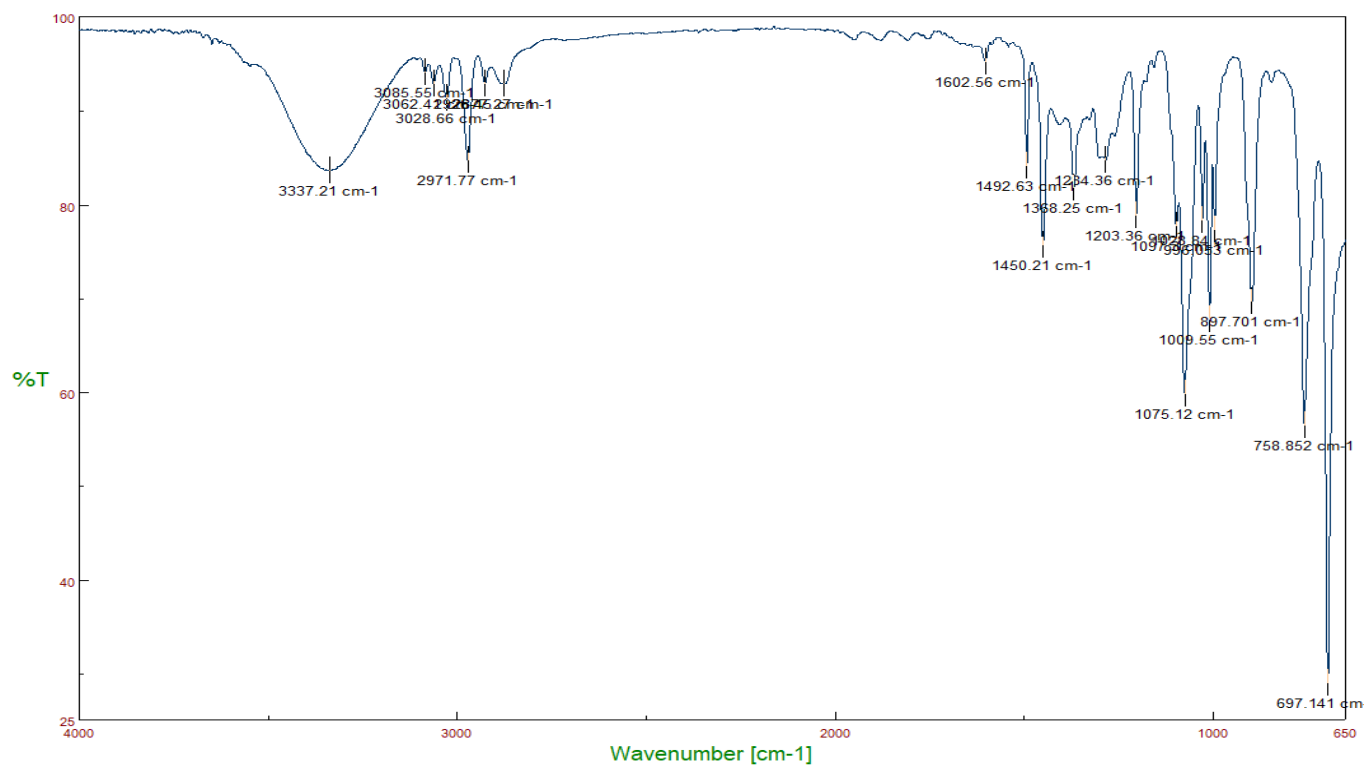


Figura A83. Espectro FT-IR del 1-feniletanol (12) sintetizado en el DES 2.

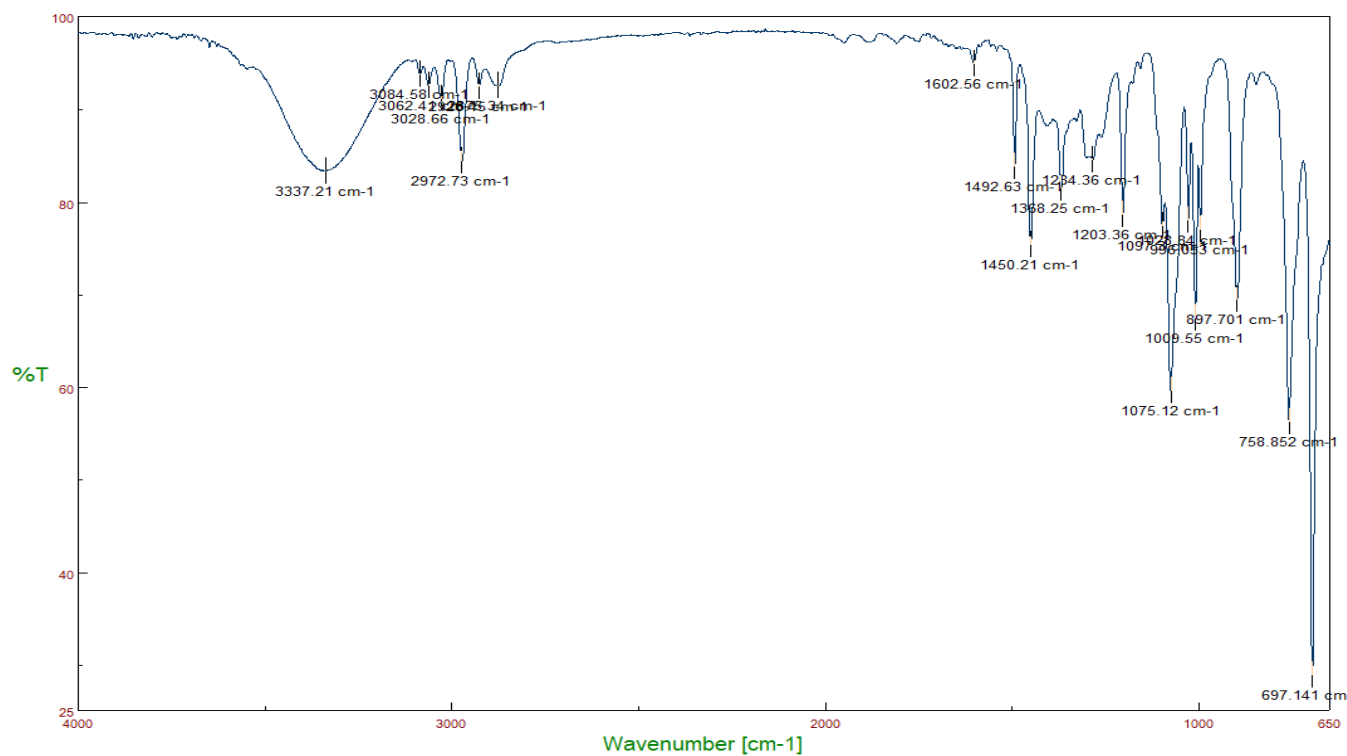


Figura A84. Espectro FT-IR del 1-feniletanol (12) sintetizado en el DES 3.

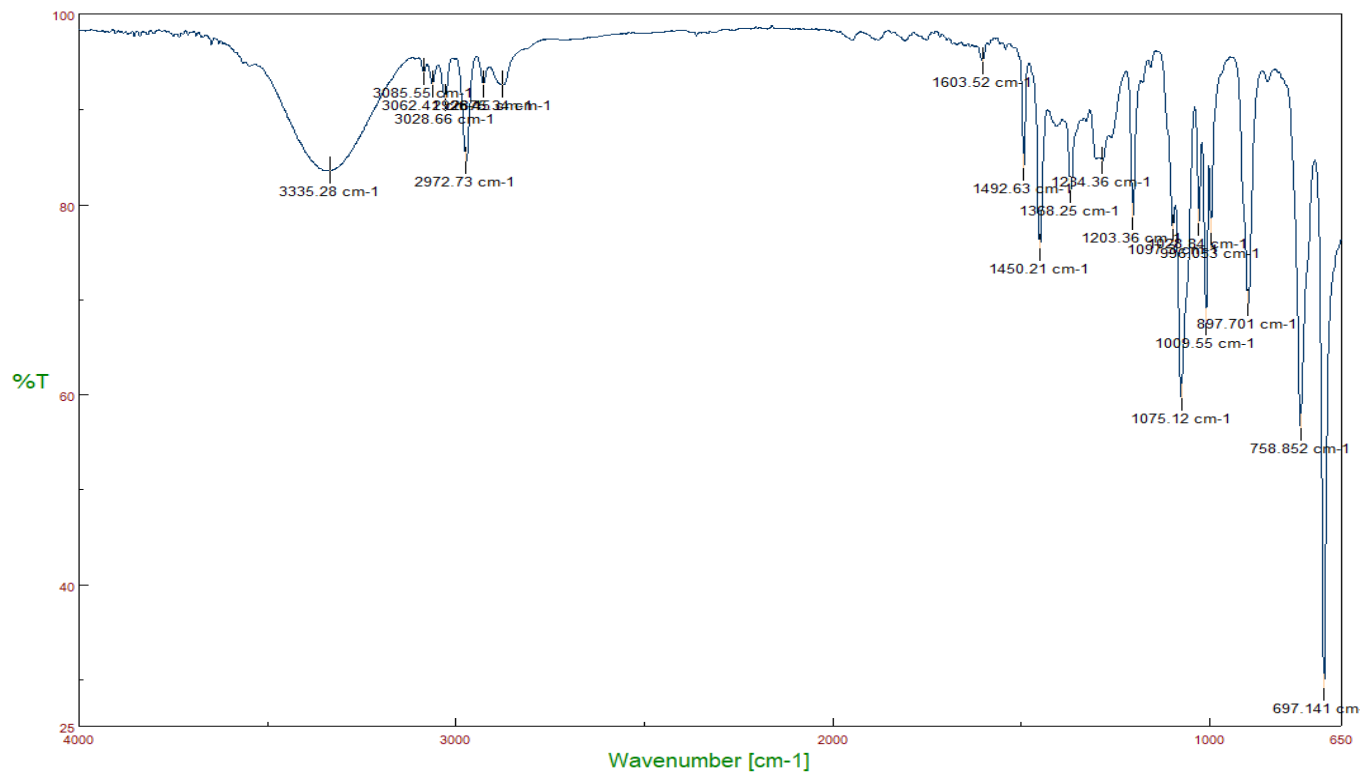


Figura A85. Espectro FT-IR del 1-feniletanol (12) sintetizado en el DES 4.

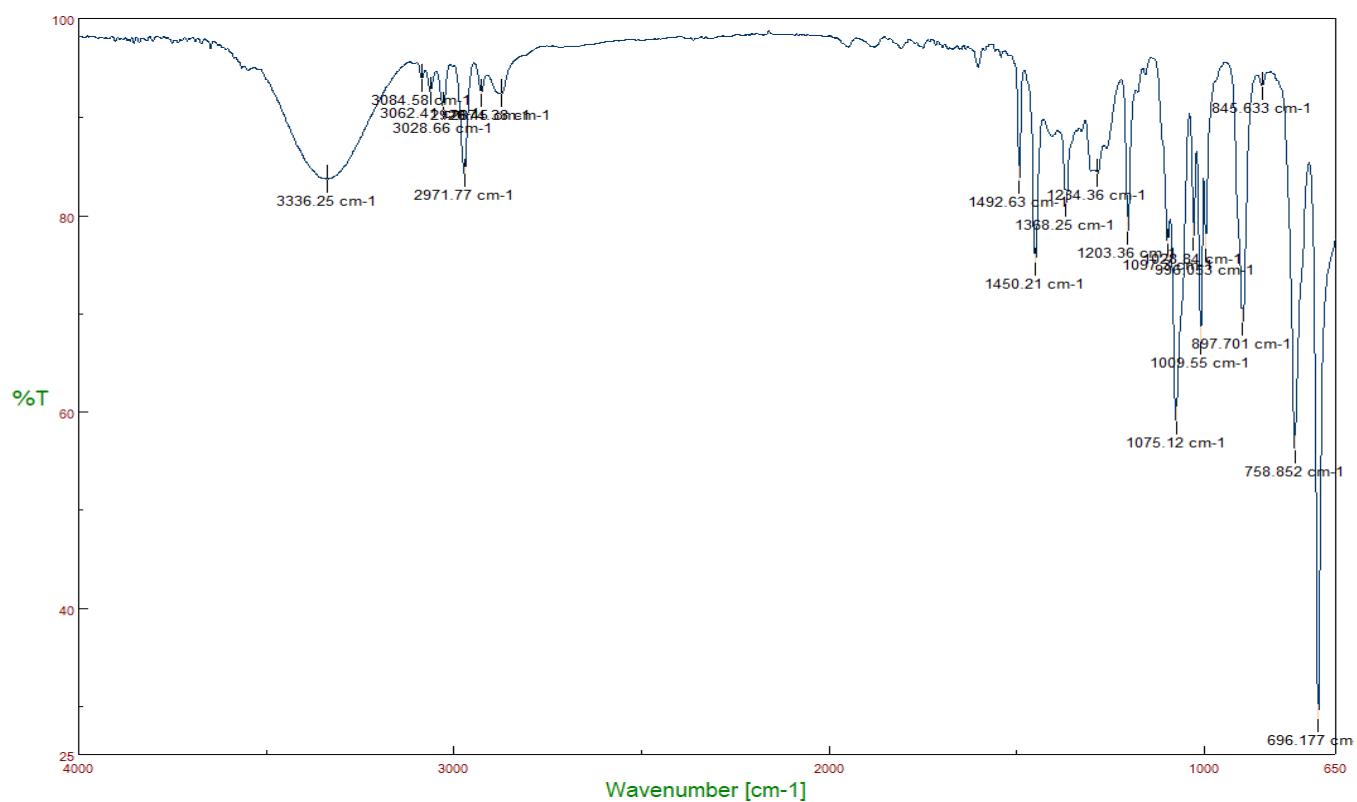


Figura A86. Espectro FT-IR del 1-feniletanol (12) sintetizado en el DES 10.

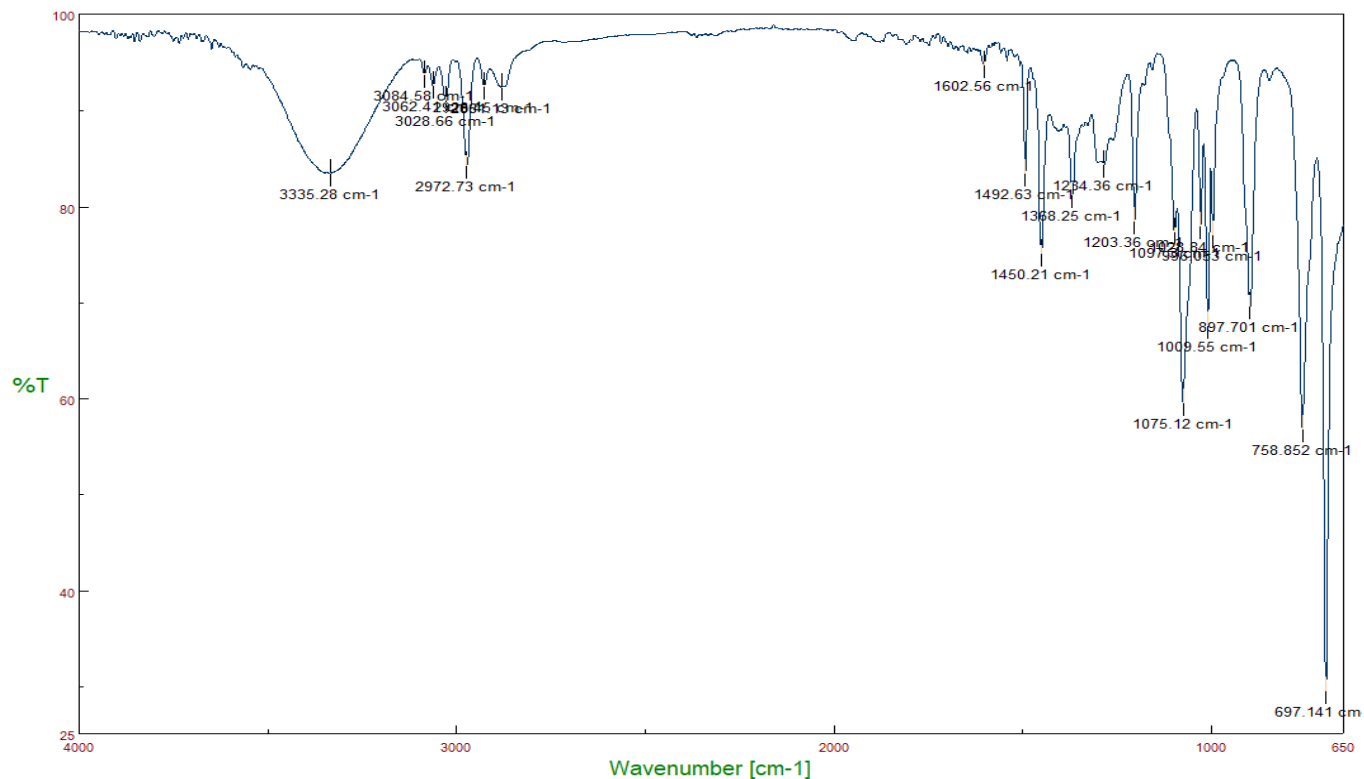


Figura A87. Espectro FT-IR del 1-feniletanol (12) sintetizado en el DES 11.

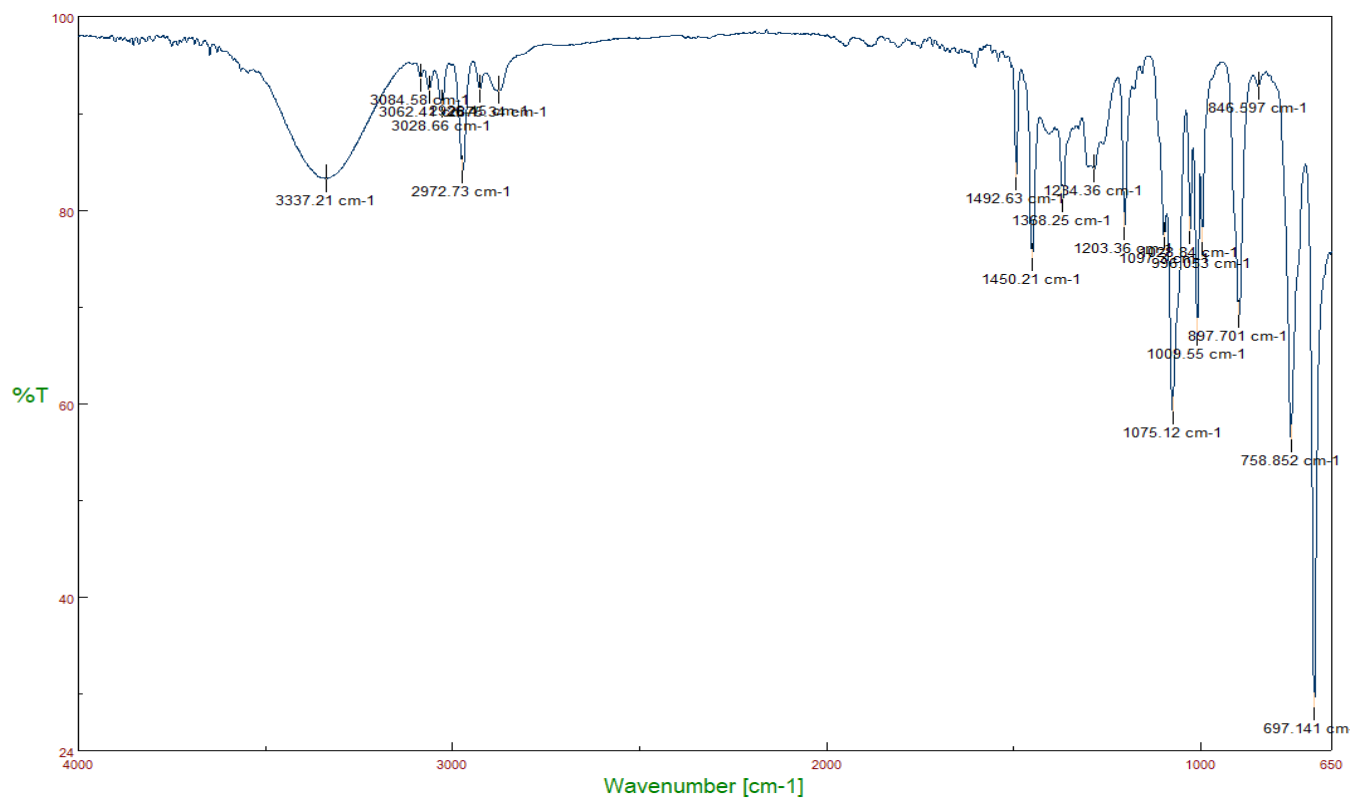


Figura A88. Espectro FT-IR del 1-feniletanol (12) sintetizado en el DES 12.

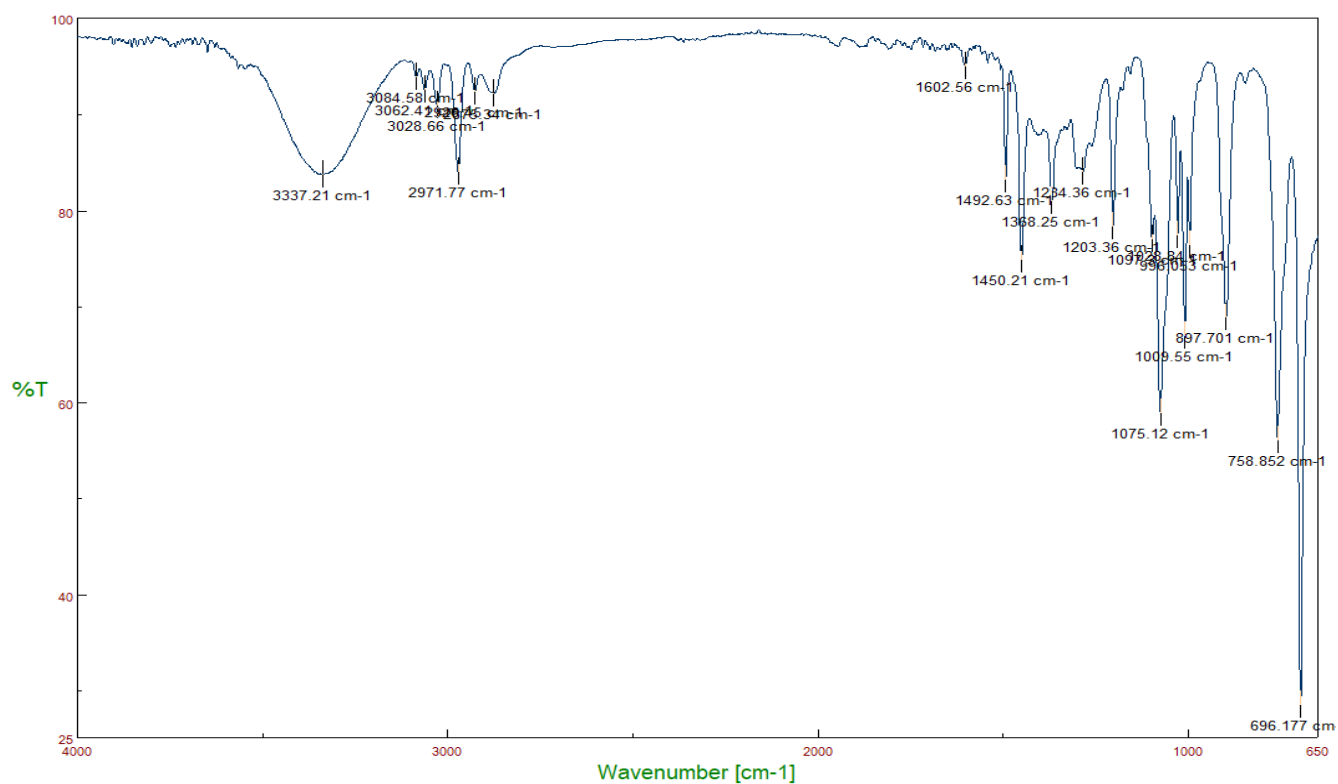


Figura A89. Espectro FT-IR del 1-feniletanol (12) sintetizado en el DES 13.

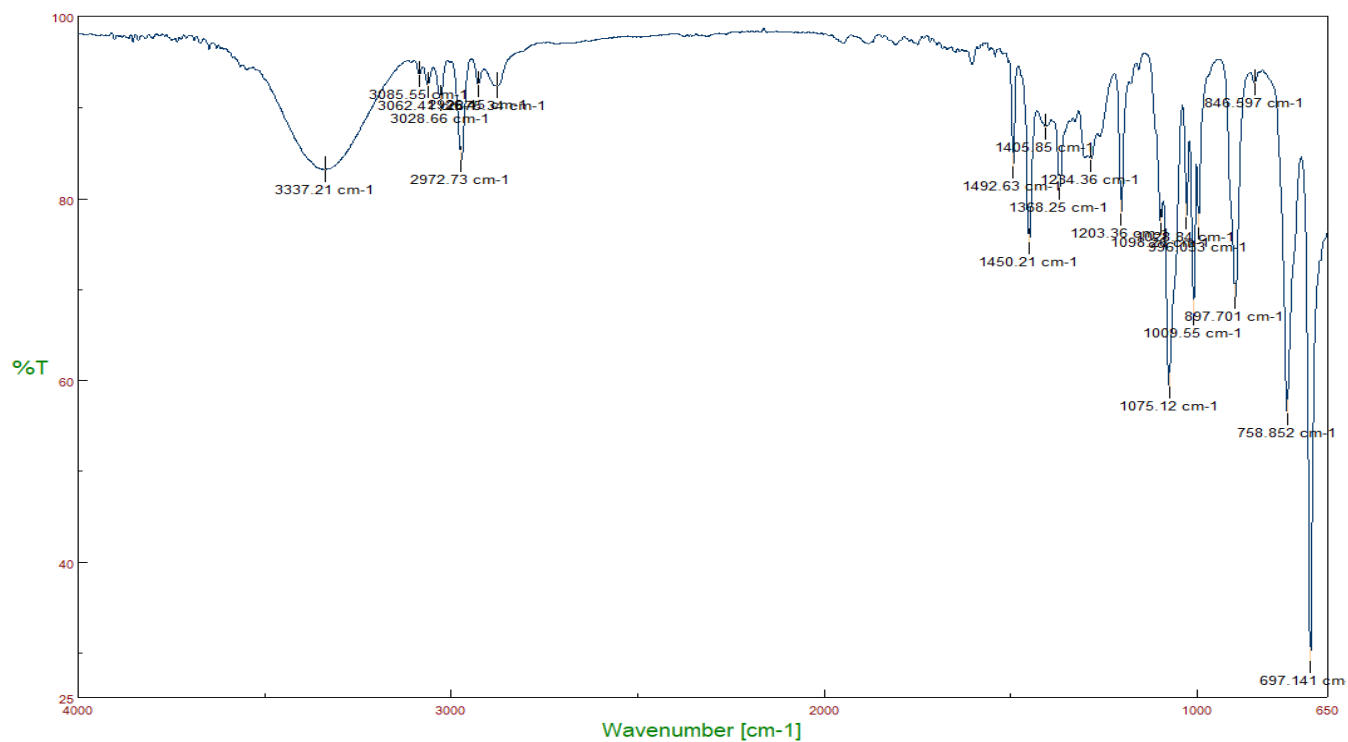


Figura A90. Espectro FT-IR del 1-feniletanol (12) sintetizado en el DES 14.

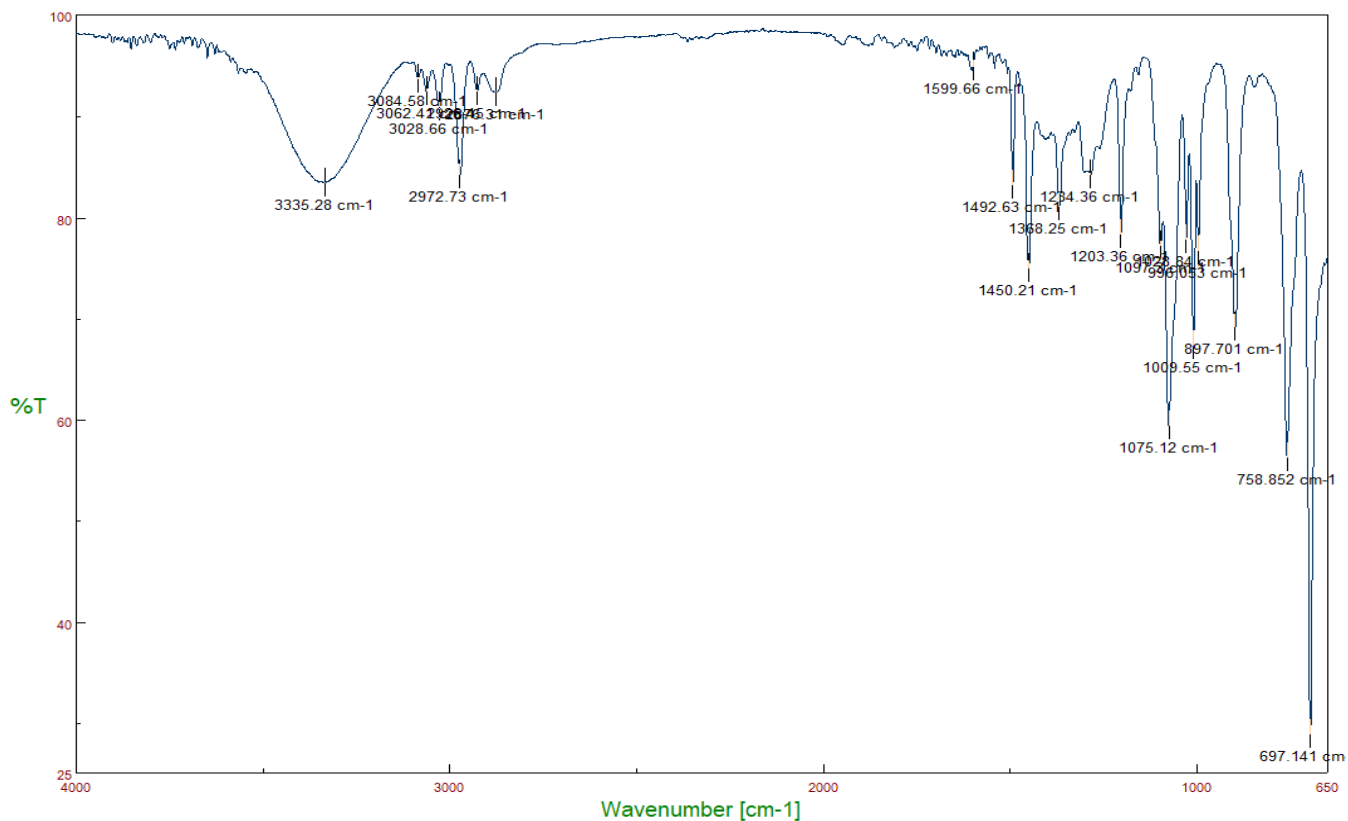


Figura A91. Espectro FT-IR del 1-feniletanol (12) sintetizado en el DES 15.

Seguimiento por espectroscopia RMN de la configuración absoluta de (12) por medio de la derivatización quiral con el reactivo de Mosher empleando los DES 3 y 4.

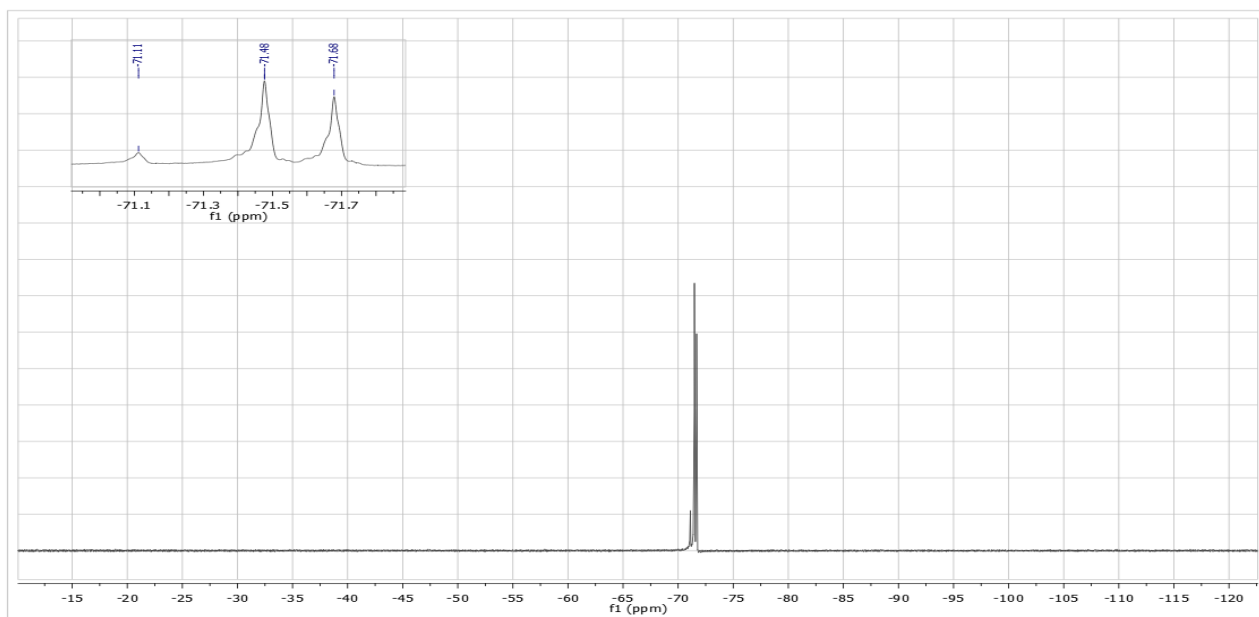


Figura A92. Espectro ¹⁹F RMN de la configuración absoluta de (12) realizada en el DES 3

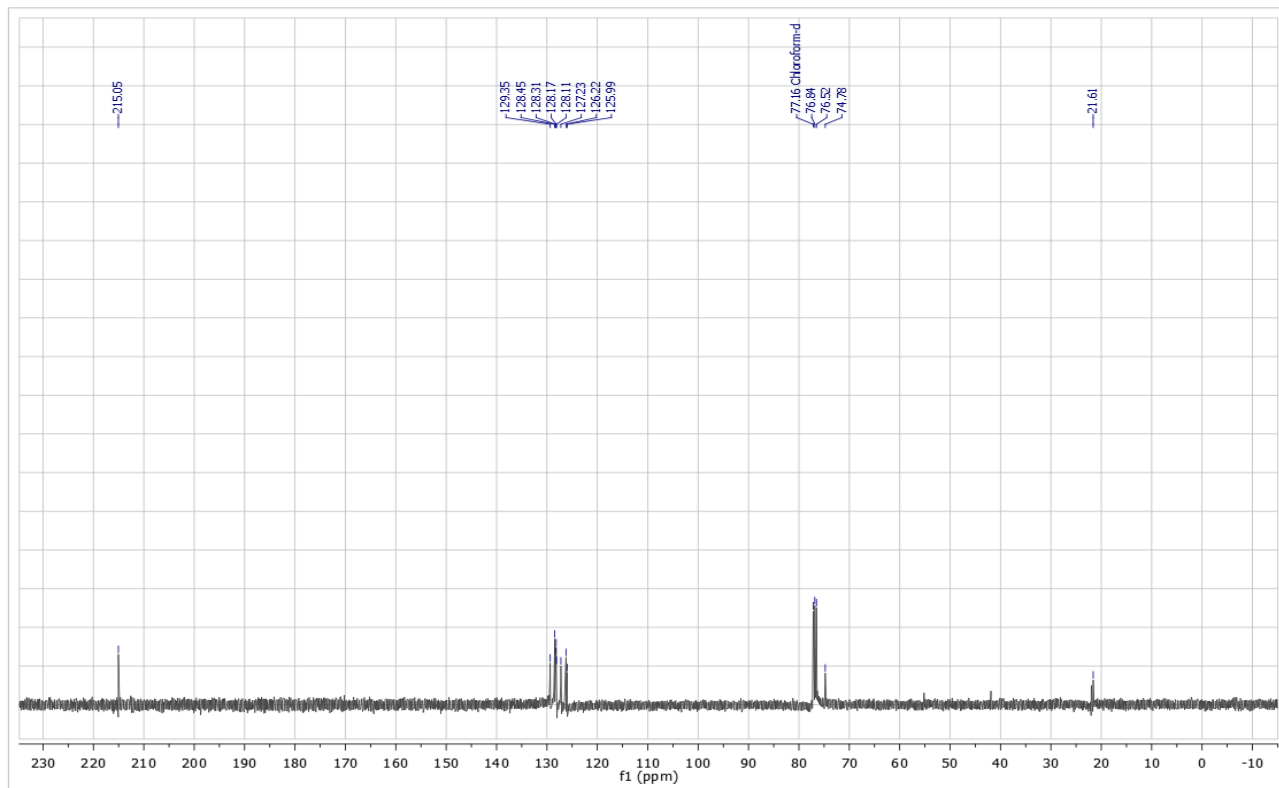


Figura A93. Espectro ^{13}C RMN de la configuración absoluta de (12) realizada en el DES 3.

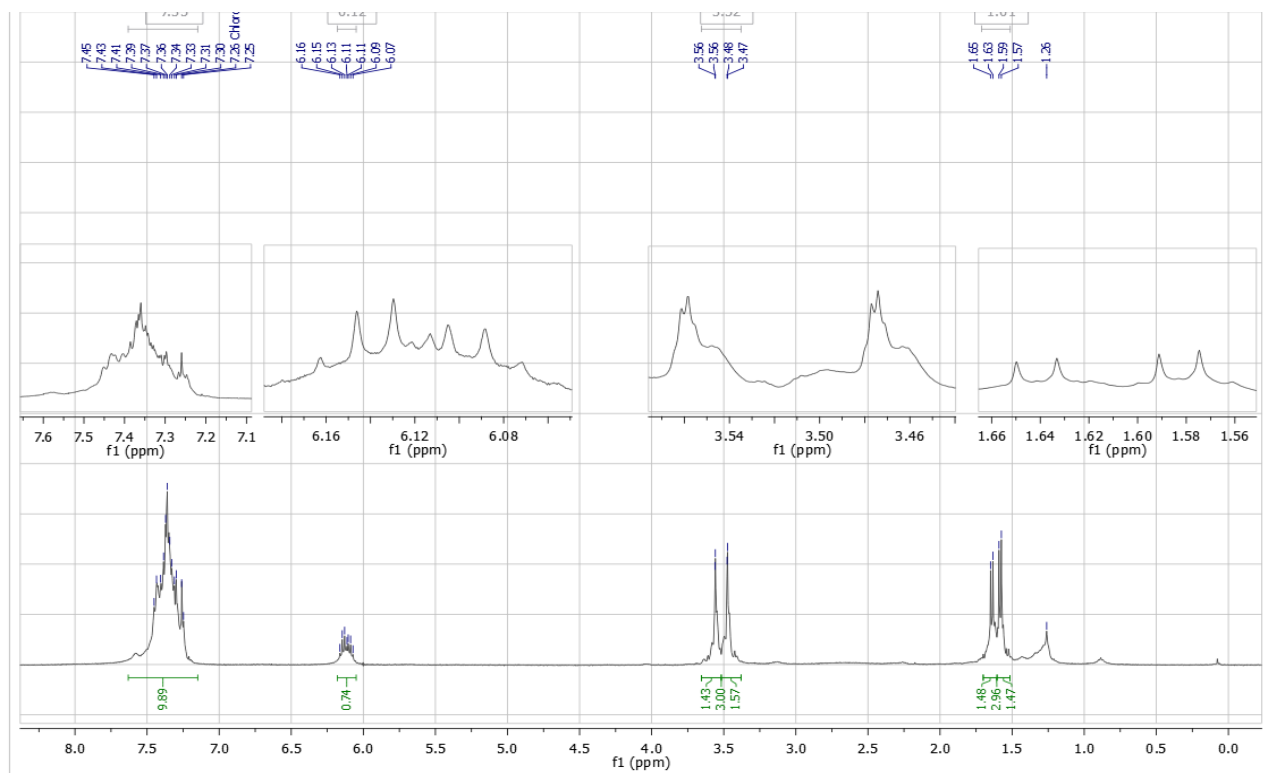


Figura A94. Espectro ^1H RMN de la configuración absoluta de (12) realizada en el DES 3.

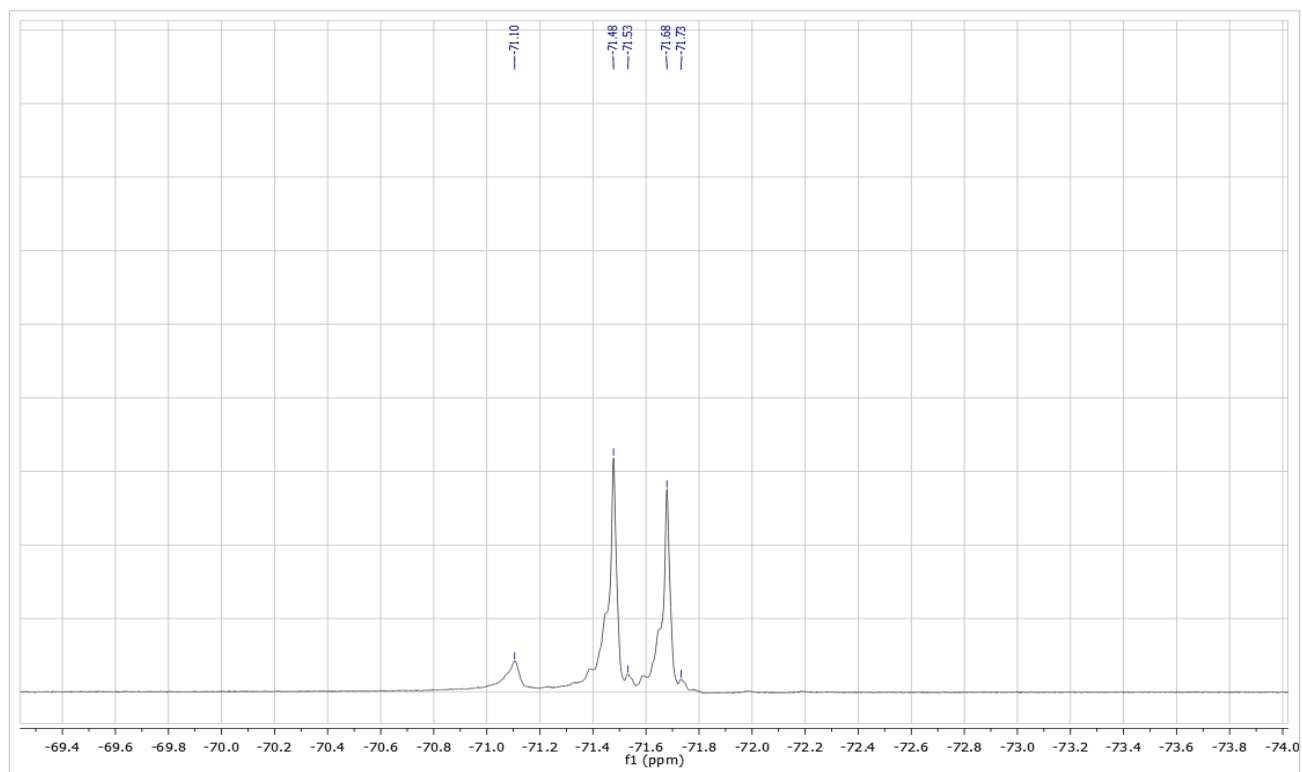


Figura A95. Espectro ^{19}F RMN de la configuración absoluta de (12) realizada en el DES 4

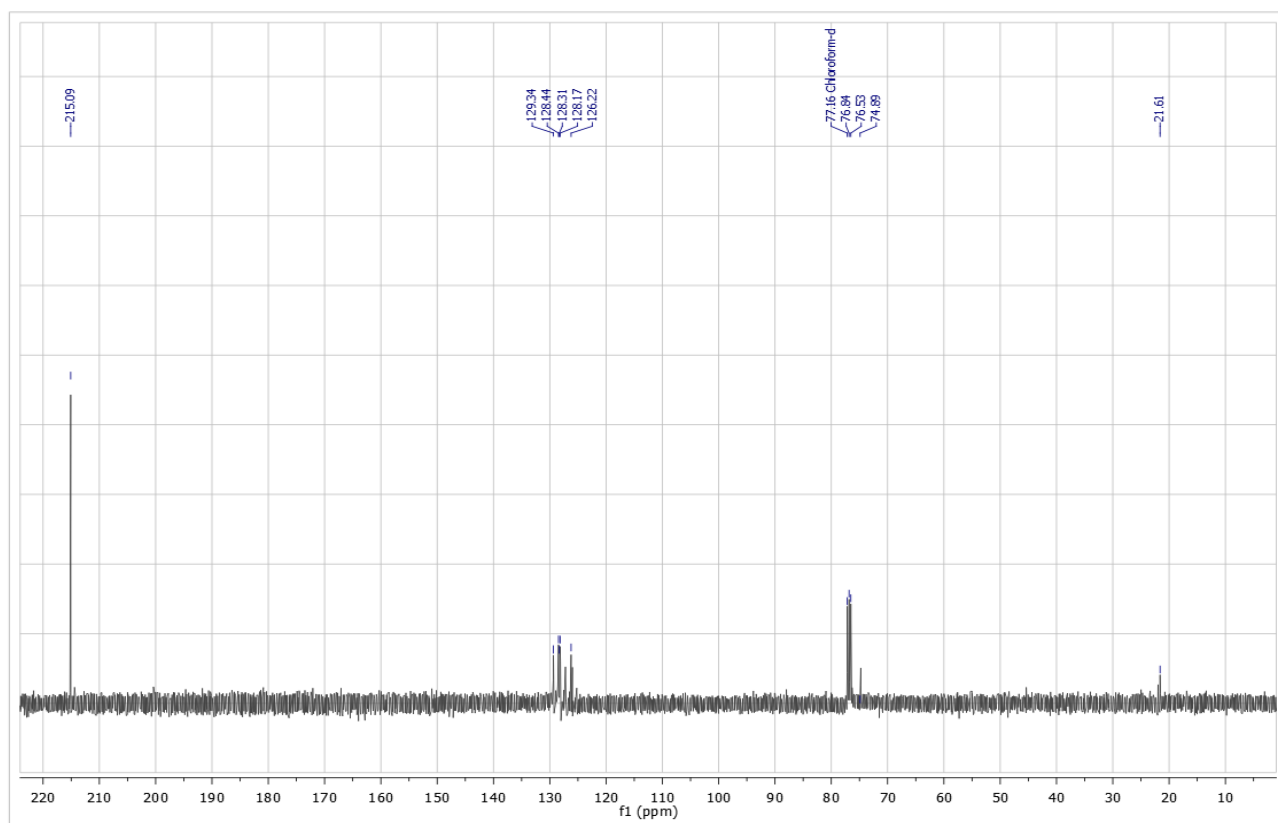


Figura A96. Espectro ^{13}C RMN de la configuración absoluta de (12) realizada en el DES 4.

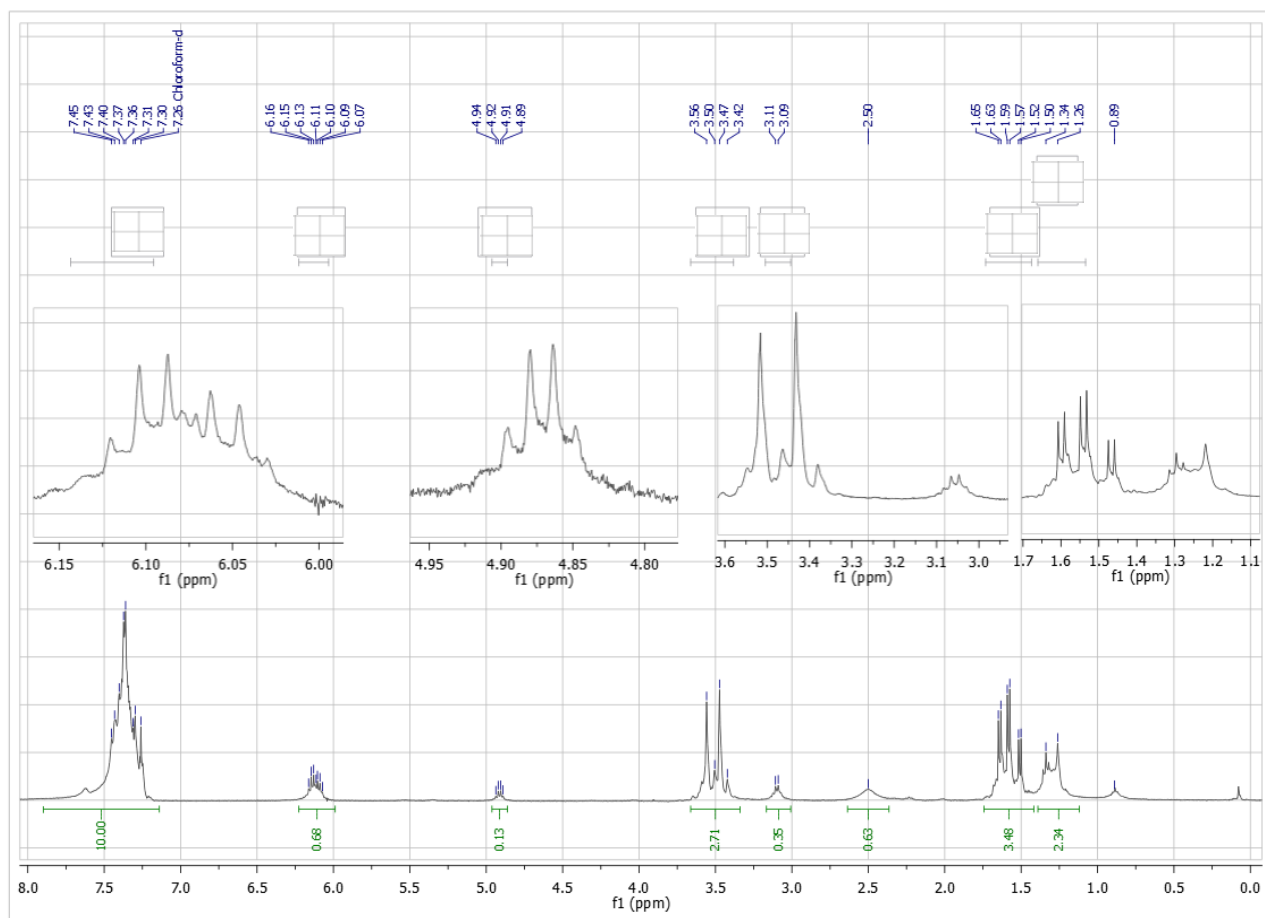


Figura A97. Espectro ^1H RMN de la configuración absoluta de (12) realizada en el DES 4.

🧴 Capítulo 6.

🧴 Seguimiento por espectroscopia FT-IR

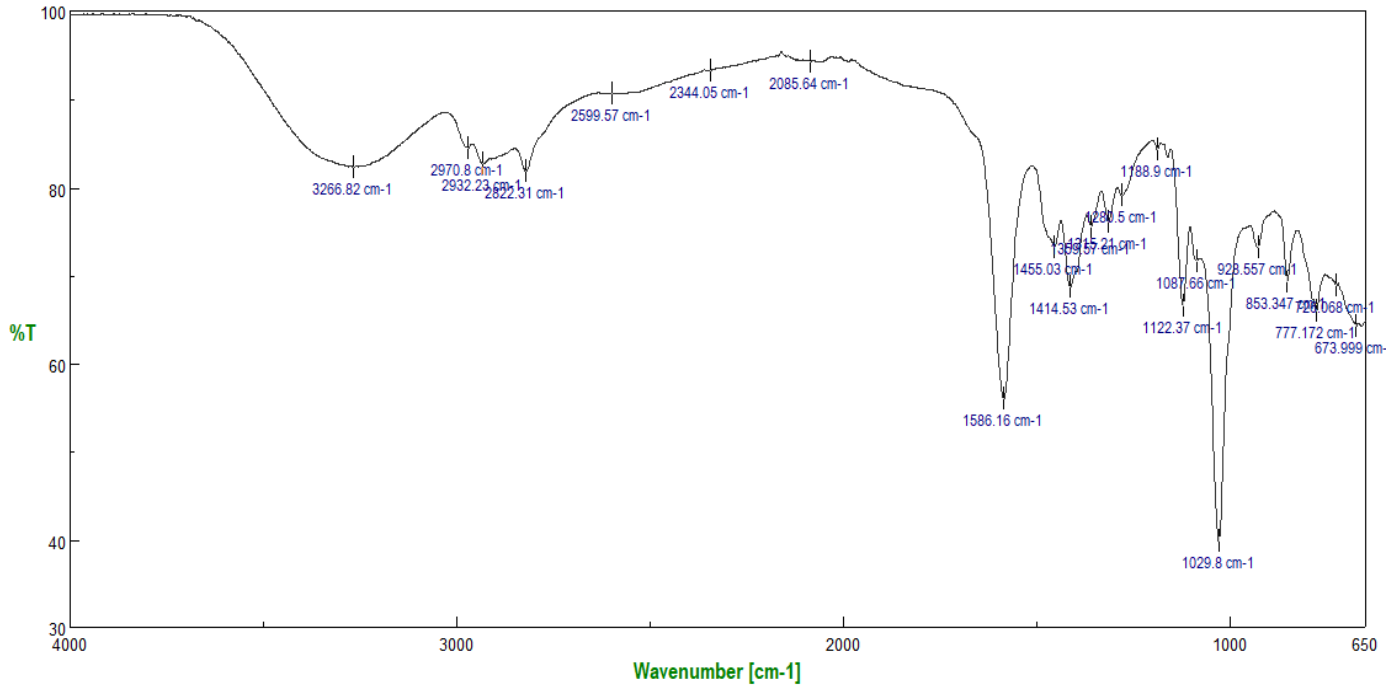


Figura A98. Espectro FT-IR del DES 1 modificado.

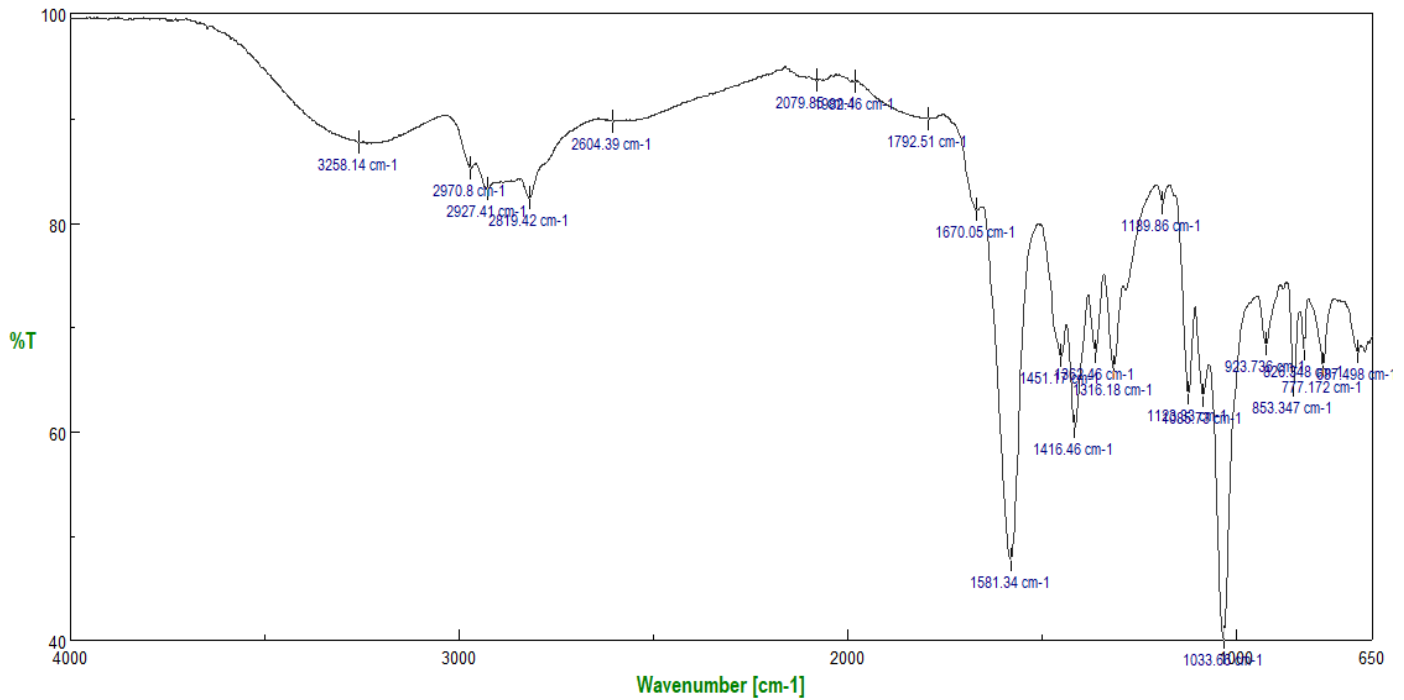


Figura A99. Espectro FT-IR de la fracción no retenida (FnR) del DES 1 modificado empleando columnas de intercambio catiónico.

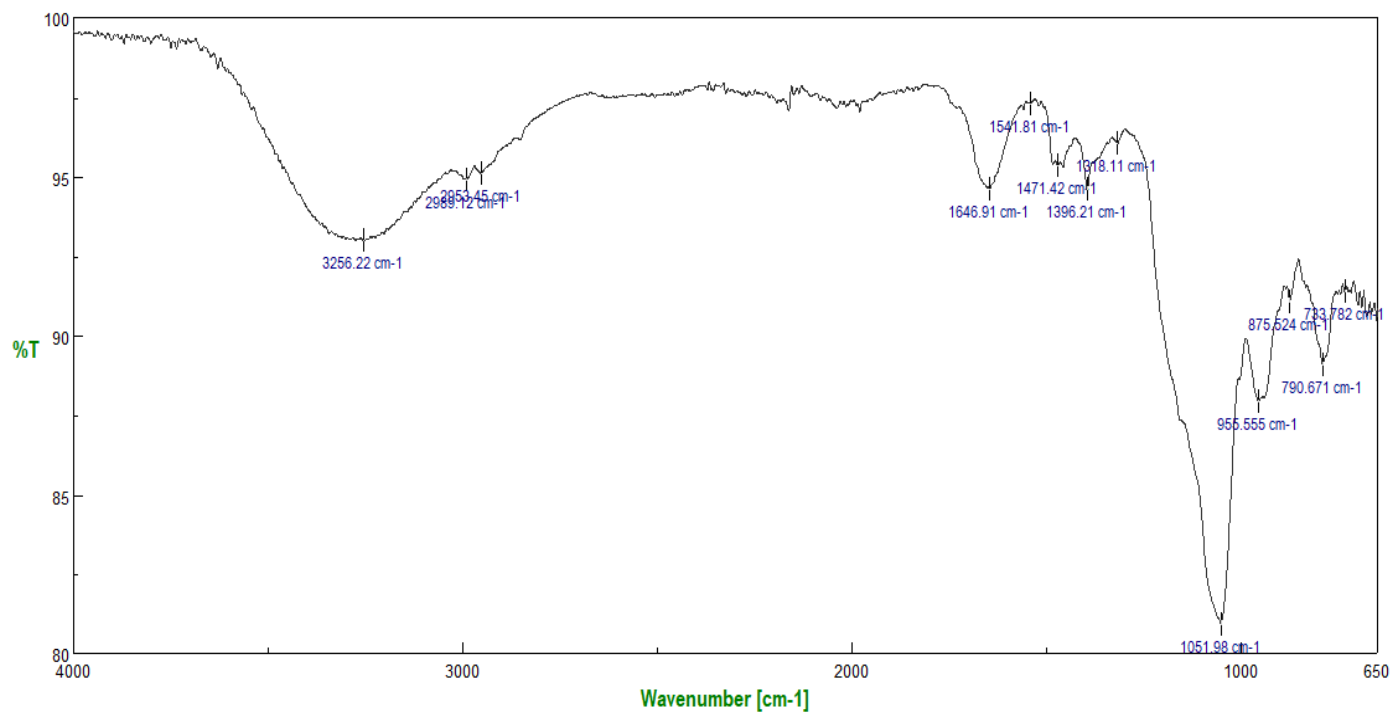


Figura A100. Espectro FT-IR de la fracción retenida (FR) del DES 1 modificado empleando columnas de intercambio catiónico.

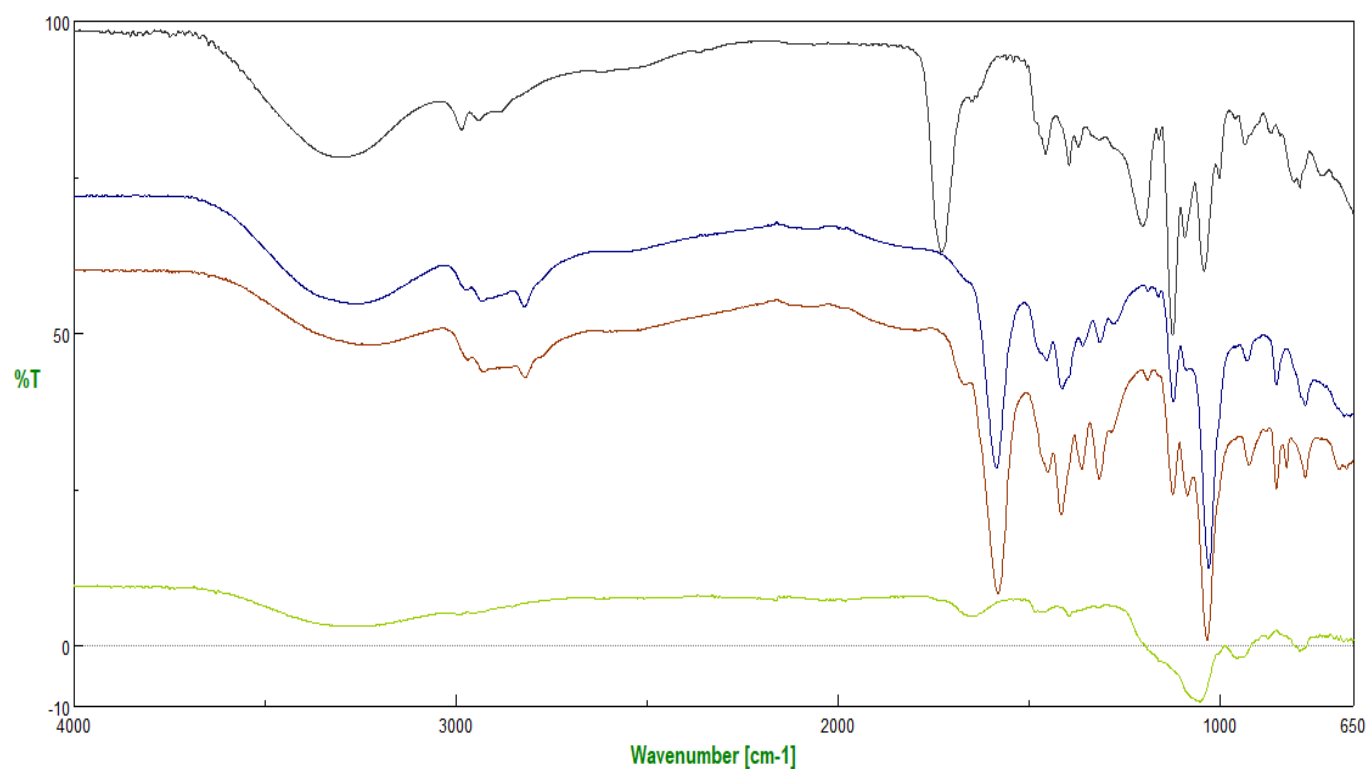


Figura A101. Espectros FT-IR del DES 1 (negro), DES 1 modificado (azul), fracción no retenida (FnR) del DES 1 modificado (rojo), fracción retenida (FR) del DES 1 modificado (verde), empleando columnas de intercambio catiónico.

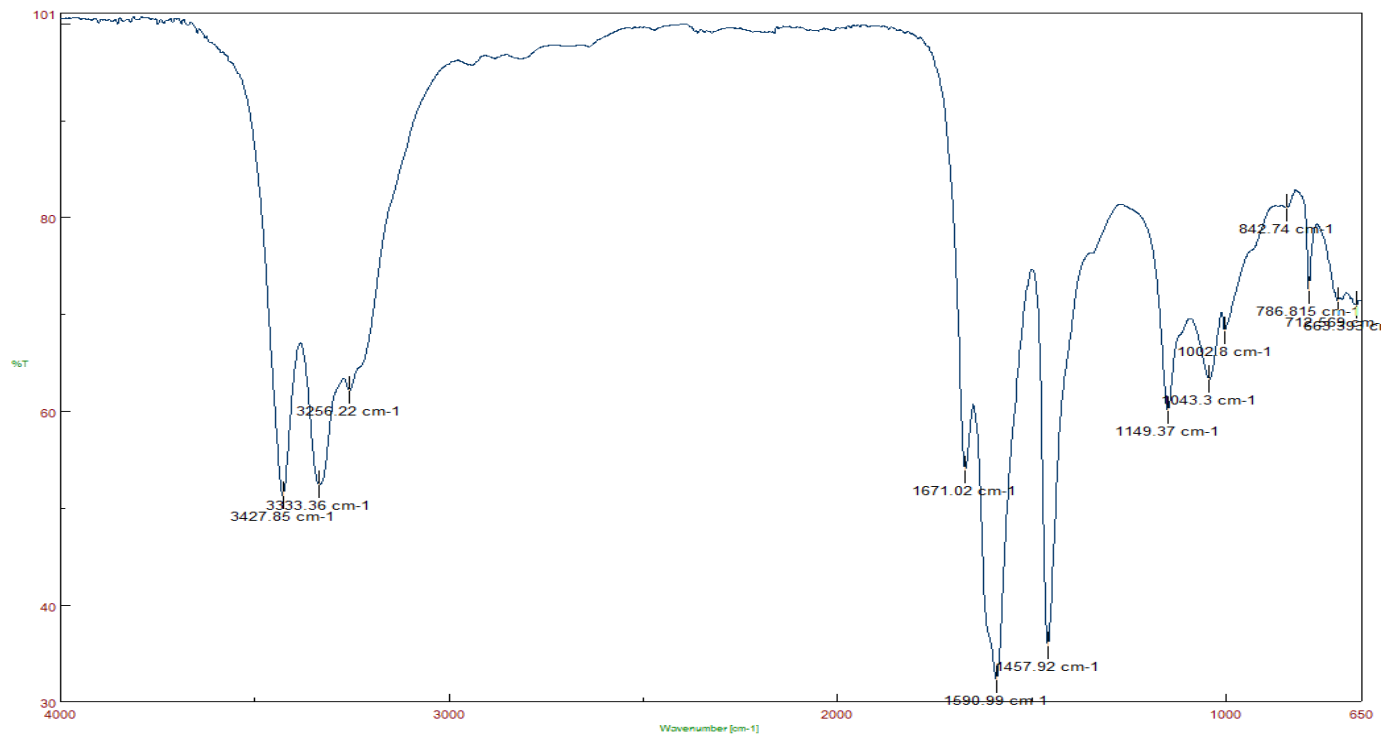


Figura A102. Espectro FT-IR de la fracción no retenida (FnR) del DES 2 empleando columnas de intercambio catiónico.

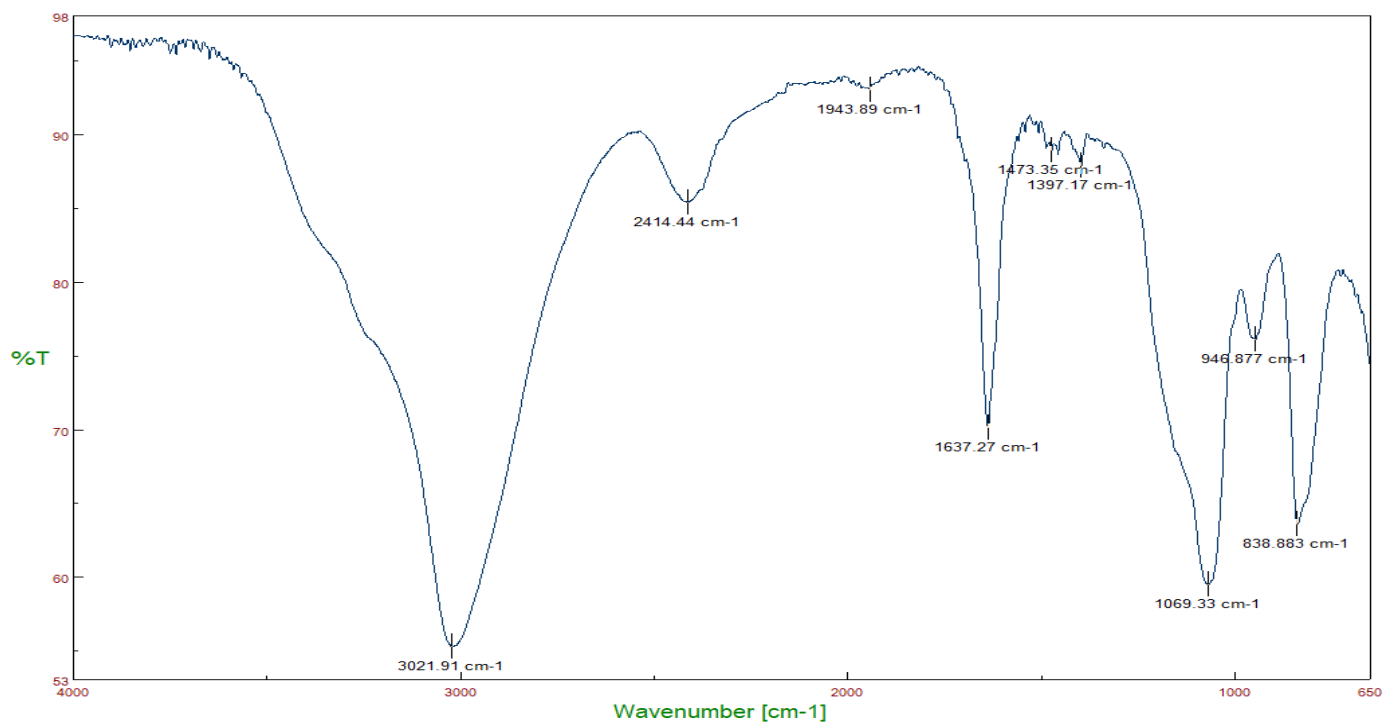


Figura A103. Espectro FT-IR de la fracción retenida (FR) del DES 2 empleando columnas de intercambio catiónico.

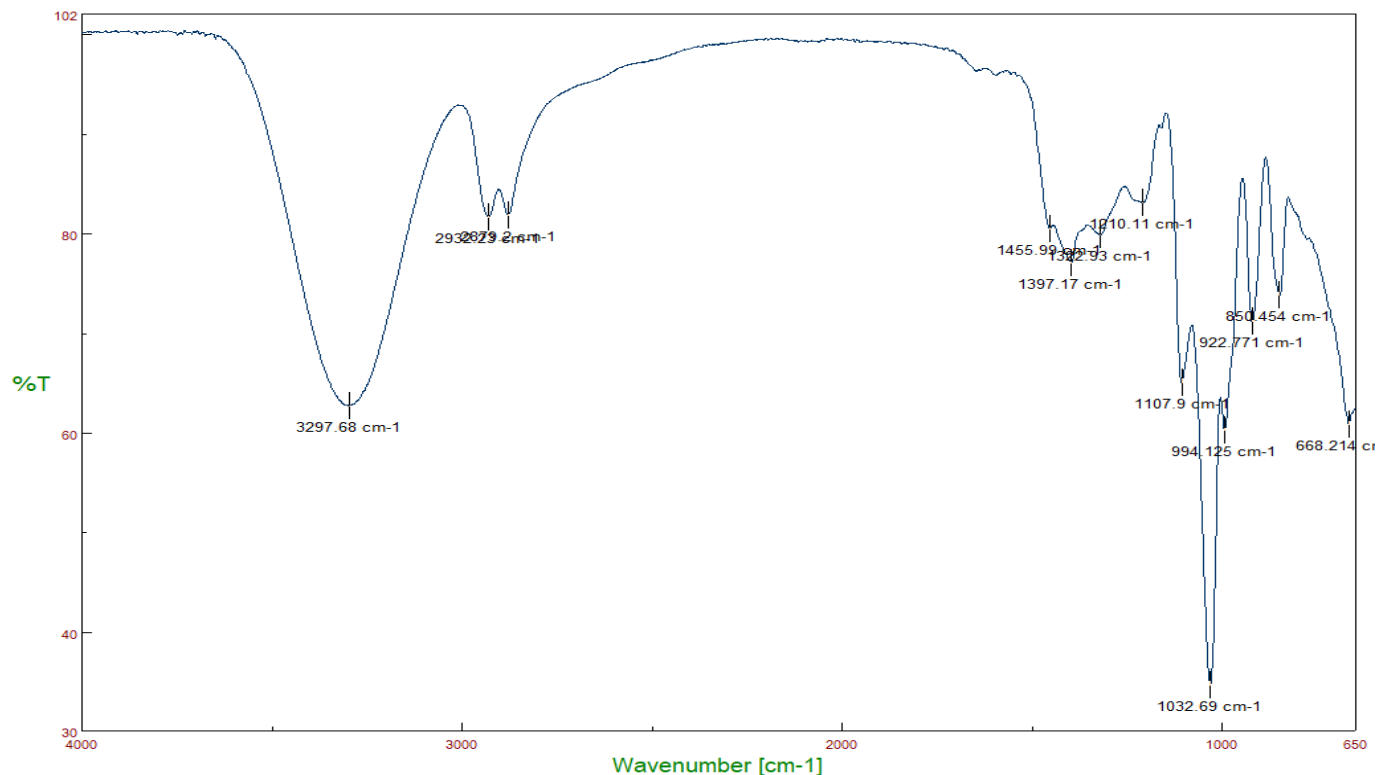


Figura A104. Espectro FT-IR de la fracción no retenida (FnR) del DES 3 empleando columnas de intercambio catiónico.

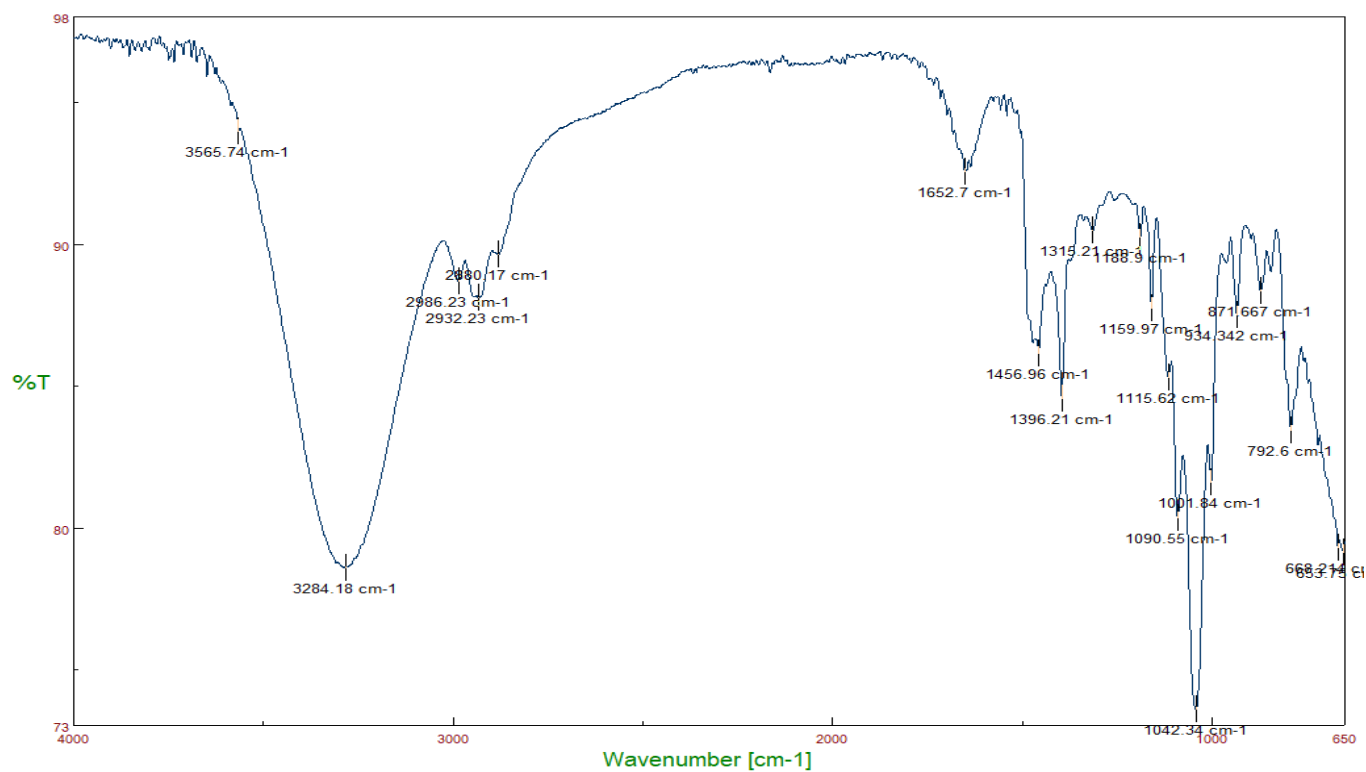


Figura A105. Espectro FT-IR de la fracción retenida (FR) del DES 3 empleando columnas de intercambio catiónico.

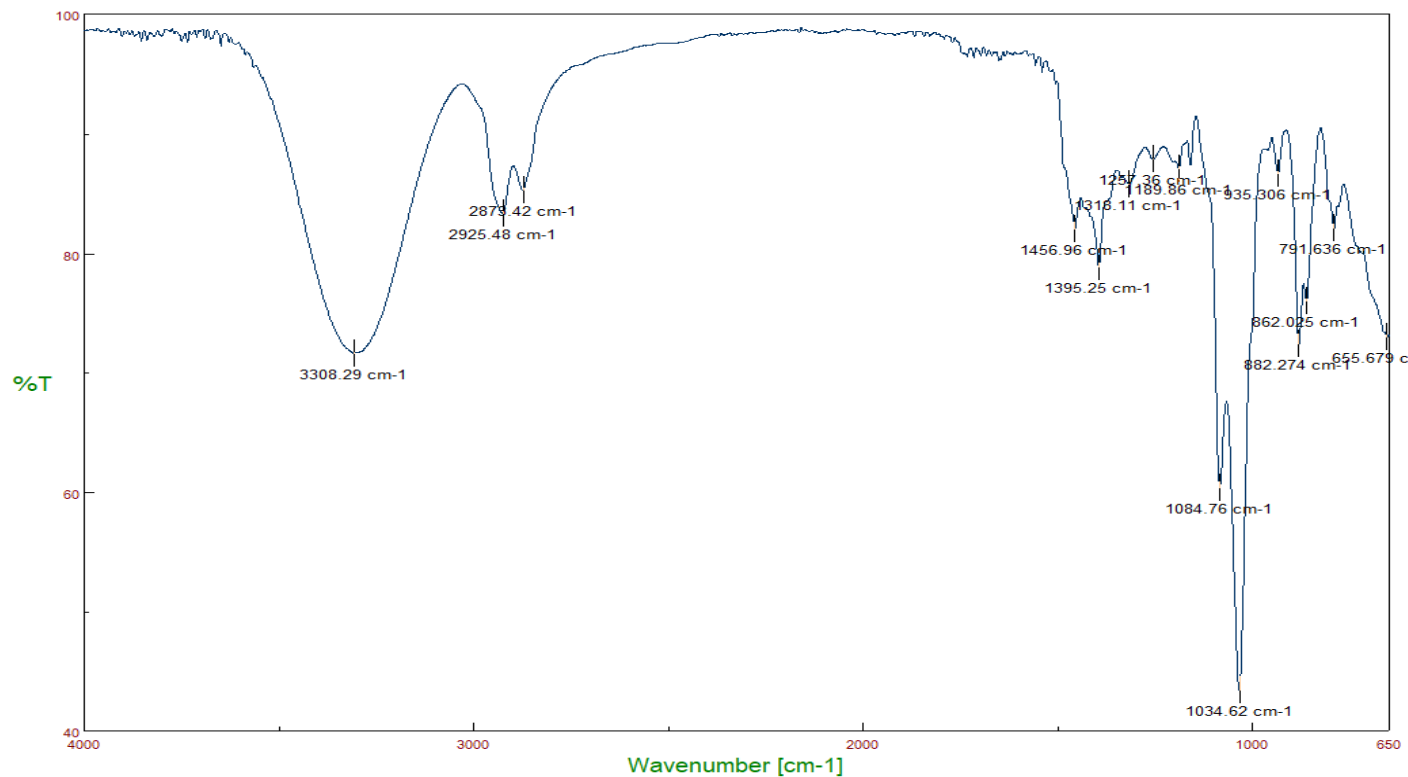


Figura A106. Espectro FT-IR de la fracción no retenida (FnR) del DES 4 empleando columnas de intercambio catiónico.

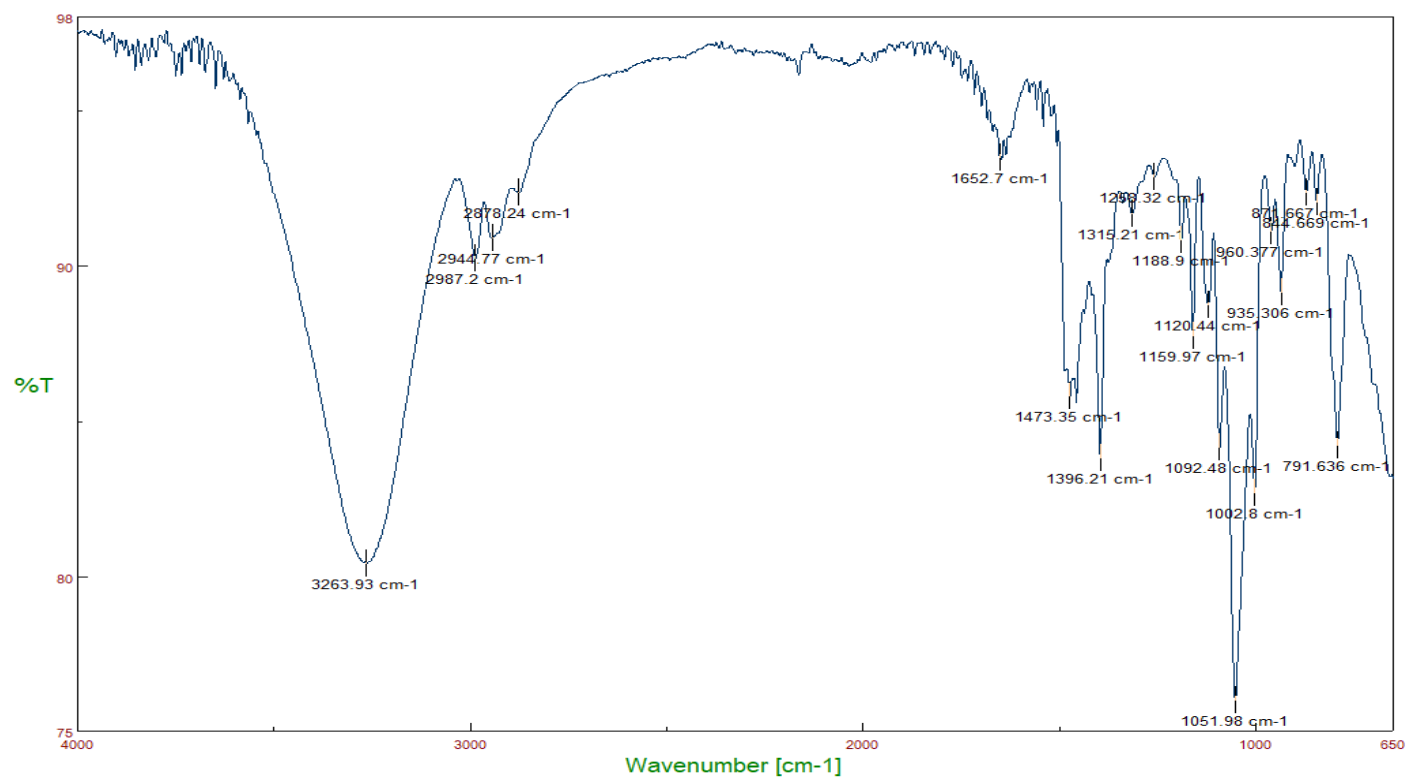


Figura A107. Espectro FT-IR de la fracción retenida (FR) del DES 4 empleando columnas de intercambio catiónico.

Seguimiento por espectroscopía ^1H RMN.

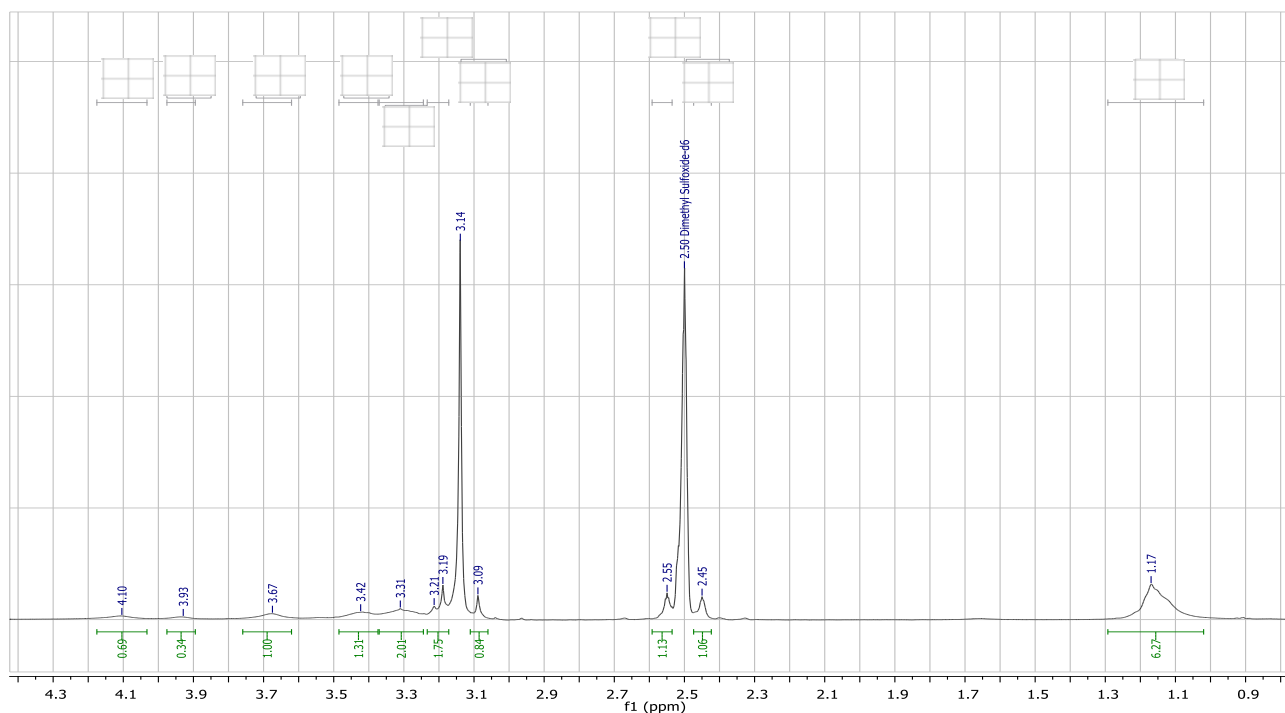


Figura A108. Espectro ^1H RMN de la fracción no retenida (FnR) del DES 1 modificado empleando columnas de intercambio catiónico.

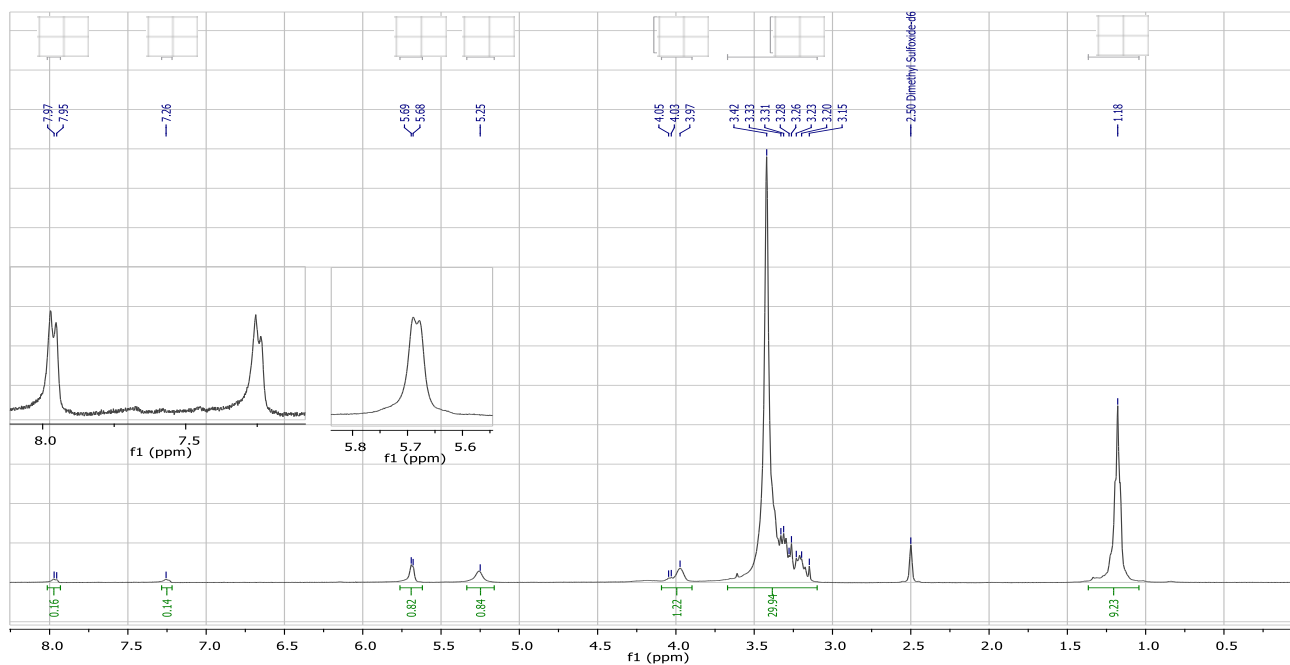


Figura A109. Espectro ^1H RMN de la fracción retenida (FR) del DES 1 modificado empleando columnas de intercambio catiónico.

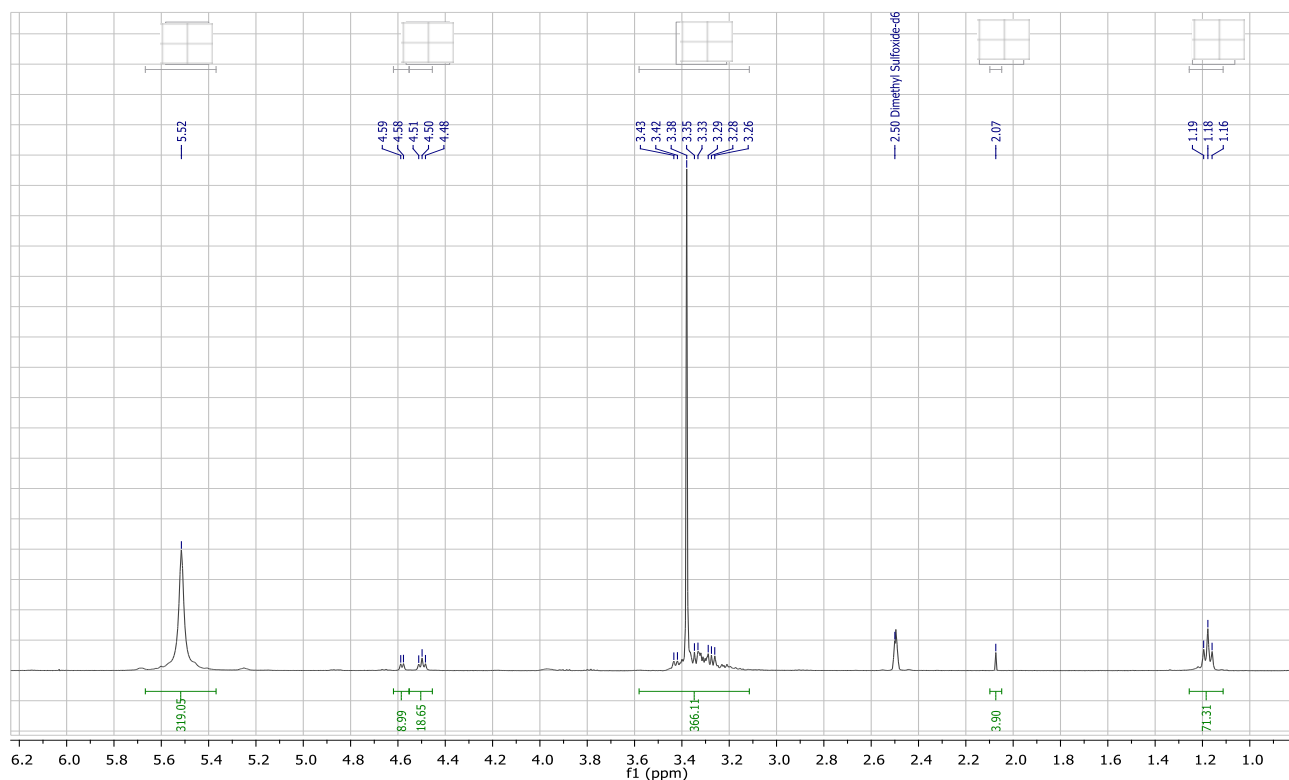


Figura A110. Espectro ^1H RMN de la fracción no retenida (FnR) del DES 2 empleando columnas de intercambio catiónico.

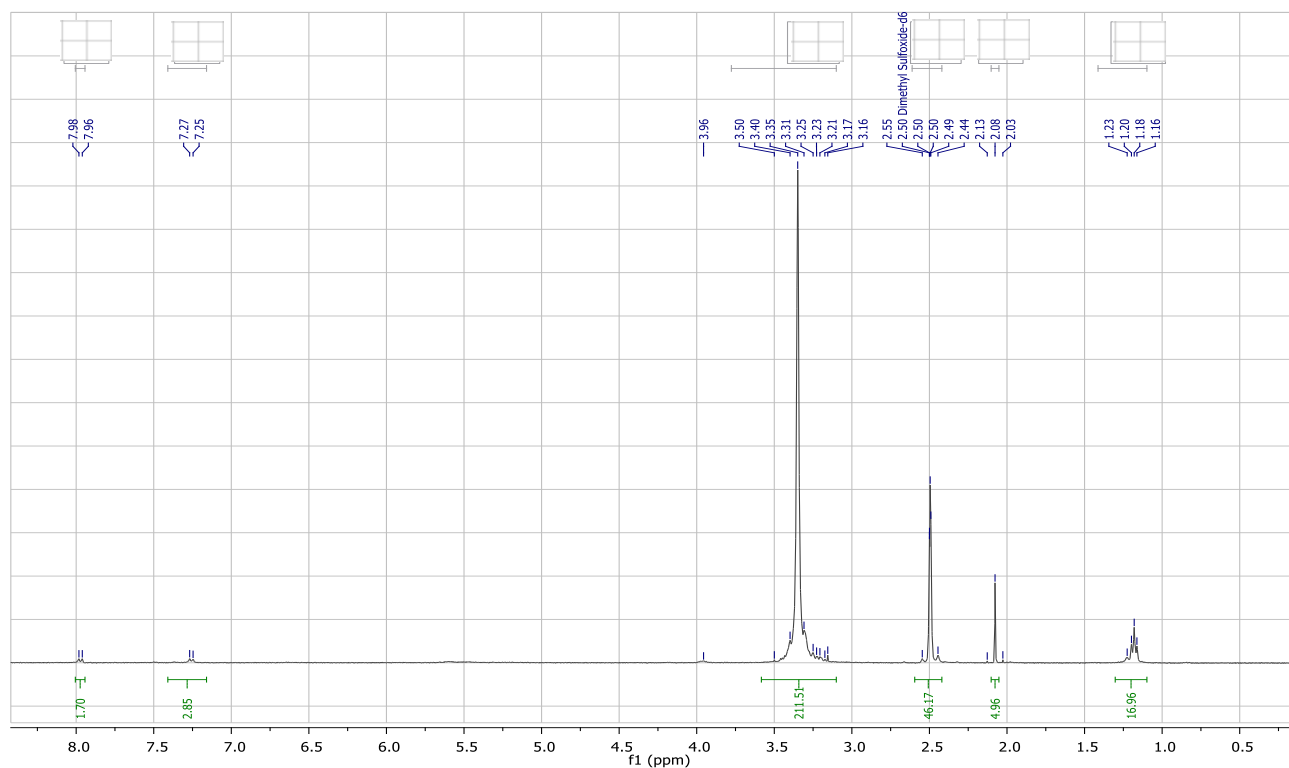


Figura A111. Espectro ^1H RMN de la fracción retenida (FR) del DES 2 empleando columnas de intercambio catiónico.

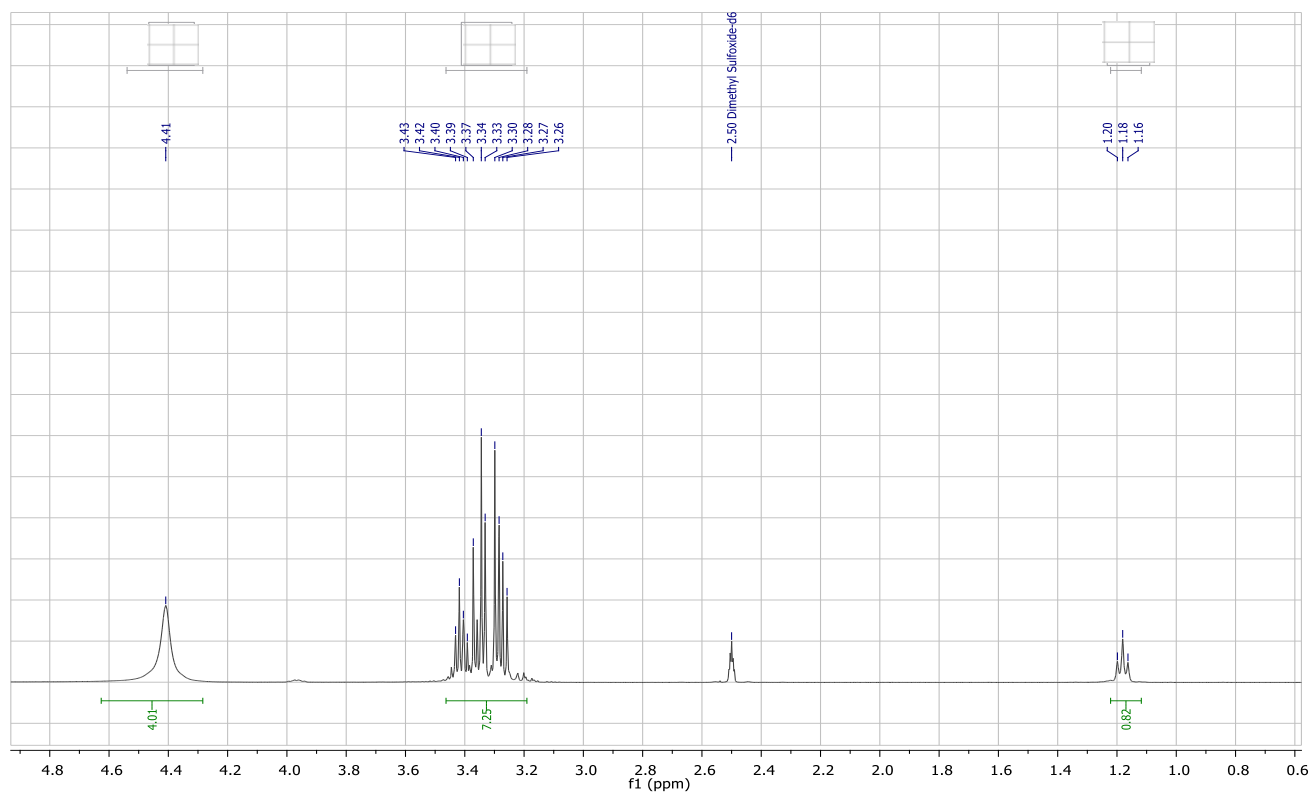


Figura A112. Espectro ^1H RMN de la fracción no retenida (FnR) del DES 3 empleando columnas de intercambio catiónico.

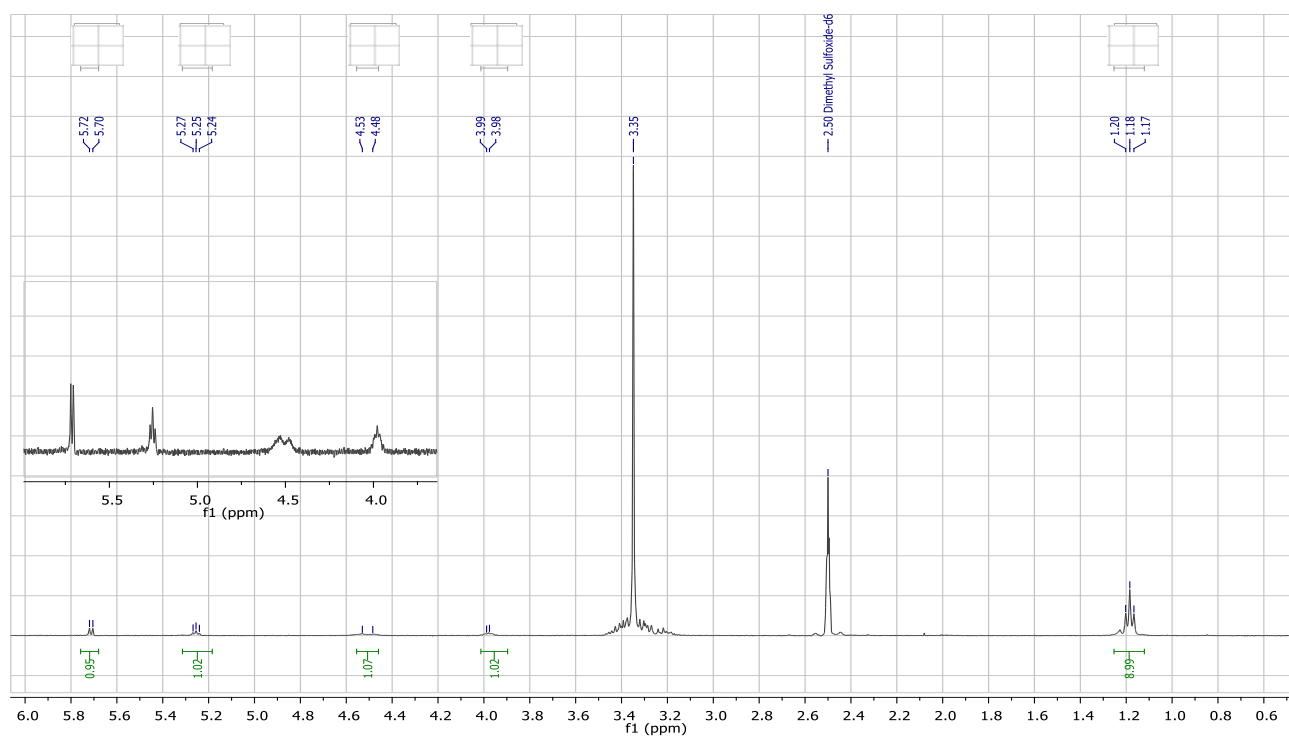


Figura A113. Espectro ^1H RMN de la fracción retenida (FR) del DES 3 empleando columnas de intercambio catiónico.

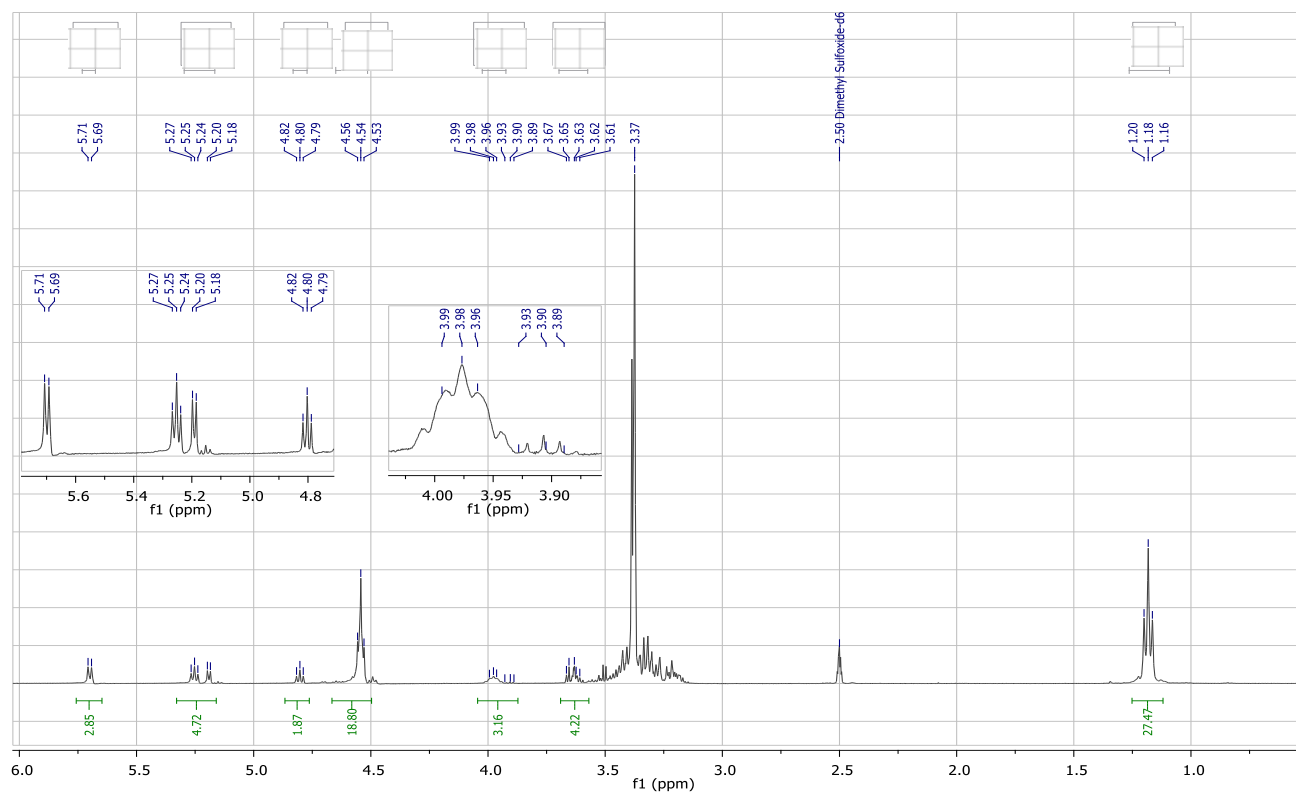


Figura A114. Espectro ^1H RMN de la fracción no retenida (FnR) del DES 4 empleando columnas de intercambio catiónico.

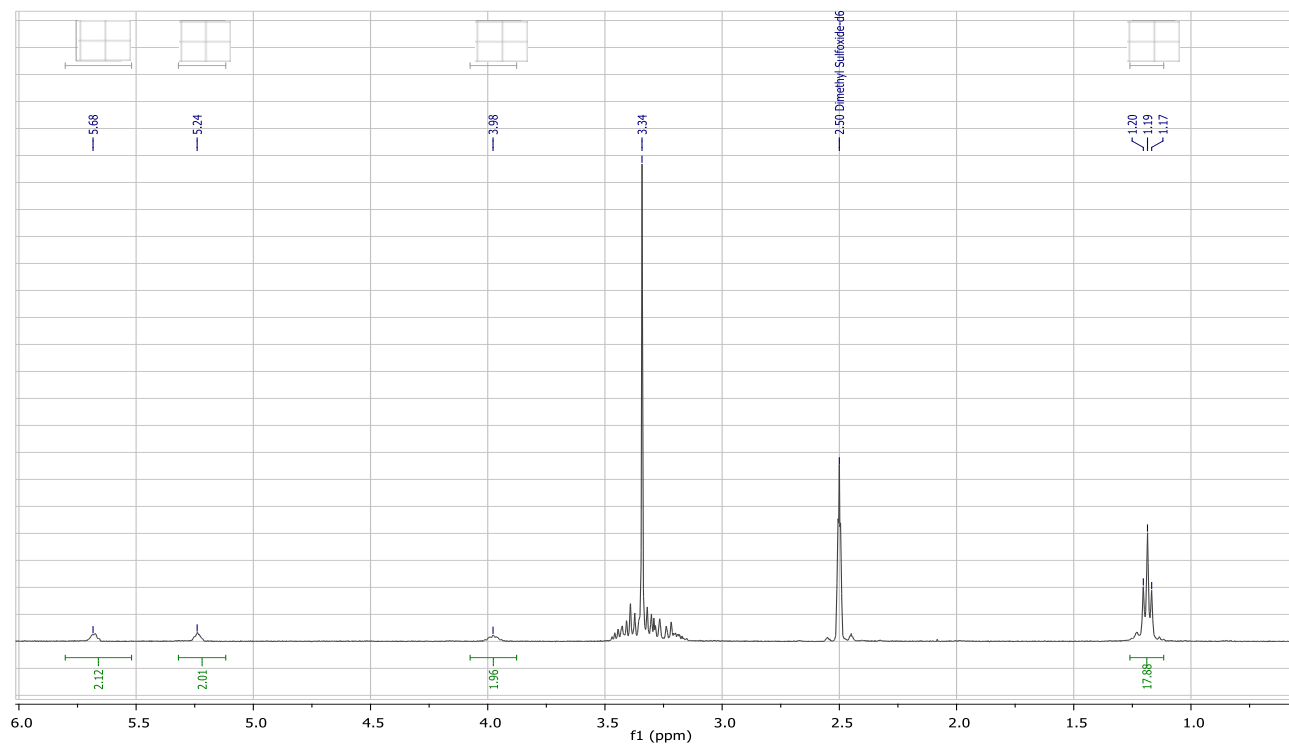


Figura A115. Espectro ^1H RMN de la fracción retenida (FR) del DES 4 empleando columnas de intercambio catiónico.

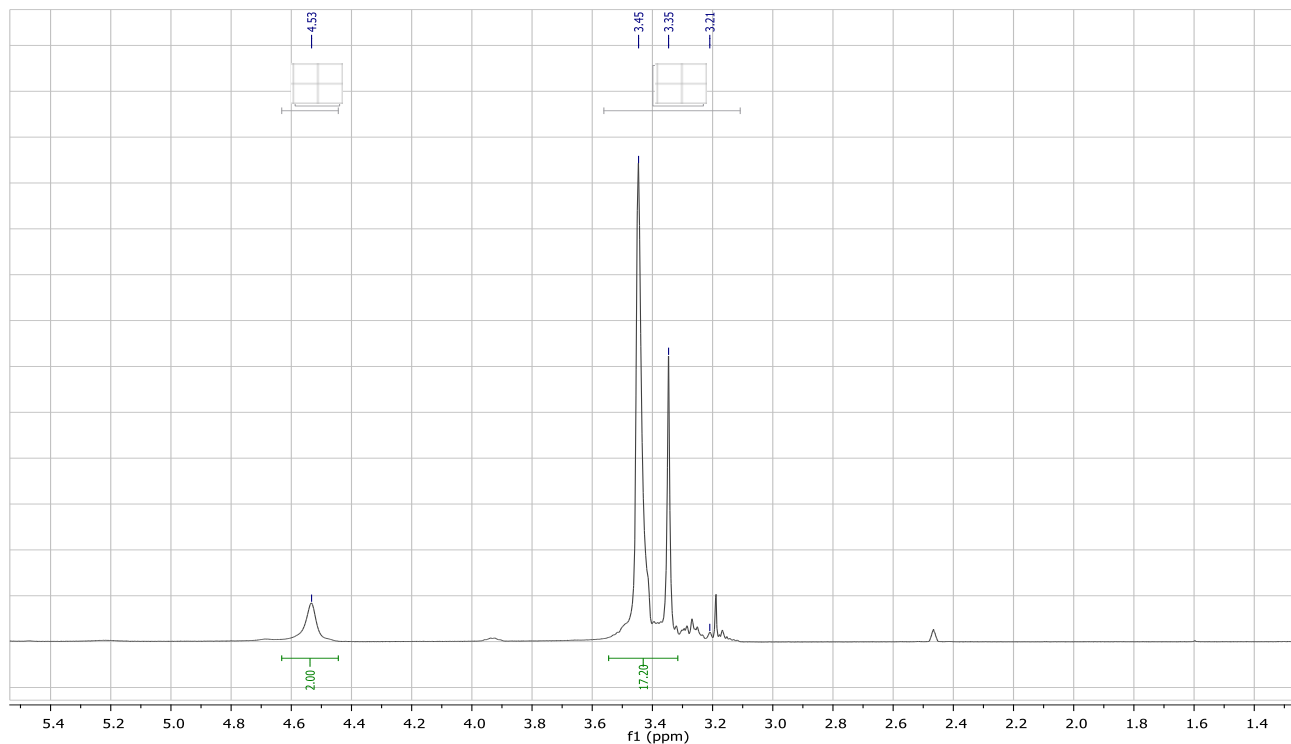


Figura A116. Espectro ^1H RMN de la fracción no retenida (FnR) del DES 5 empleando columnas de intercambio catiónico.

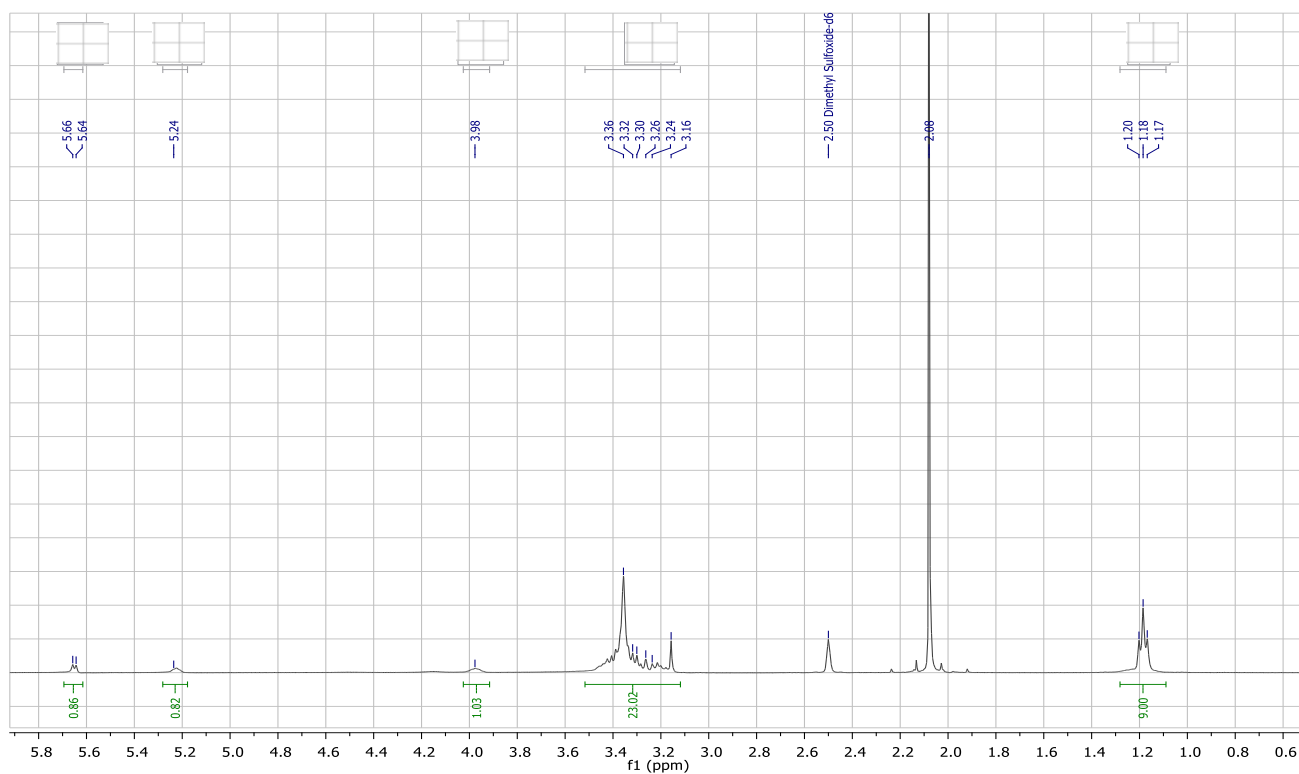


Figura A117. Espectro ^1H RMN de la fracción retenida (FR) del DES 5 empleando columnas de intercambio catiónico.

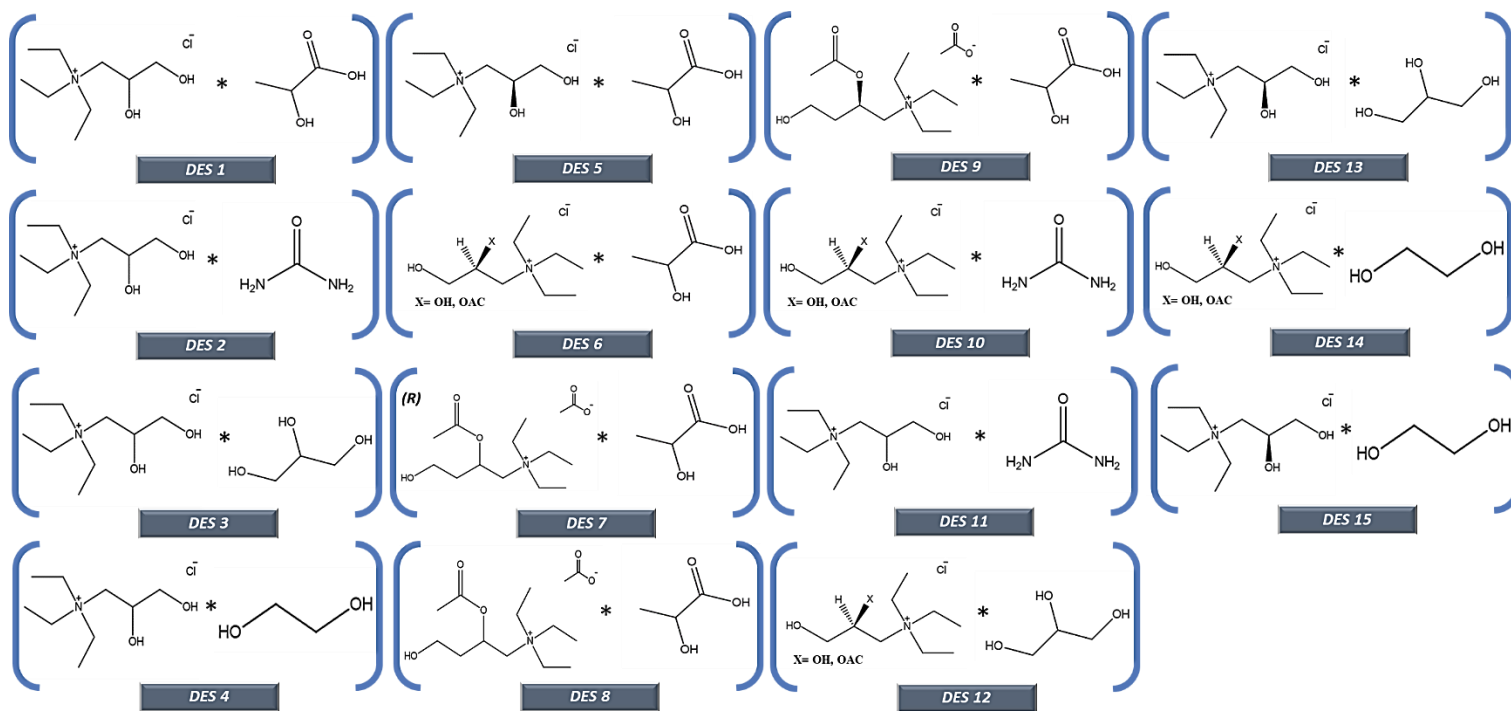


Figura A118. Esquema general de todos los DESs preparados y empleados en esta investigación.