

ANEXOS

Anexo I

Propiedades físicas y químicas de las sustancias usadas en la tesis

Tabla 5.1: Propiedades de las sustancias utilizadas en la tesis.

Substancia	Formula	Peso Molecular (g/mol)	Densidad (g/mL, 25°C)	Punto de Ebullición (°C, 1Bar)
Diclorometano	CH ₂ Cl ₂	84.93	1.325	39.6
Etanolamina	C ₂ H ₇ NO	61.08	1.010	170.0
Acetonitrilo	C ₂ H ₃ N	41.05	0.786	82.0
Ciclopropanonitrilo	C ₄ H ₅ N	67.09	0.911	135.0
Acetato de cadmio dihidratado	C ₄ H ₆ O ₄ Cd	266.53		
Nitrogeno	N ₂	28.01		-195.8
Agua	H ₂ O	18.02	1.005	100.0
2-ciclopropil-2-oxazolina	C ₆ H ₉ NO	111.14		170.0
Clorometilestireno	C ₉ H ₉ Cl	152.62	1.083	
Ioduro de sodio	NaI	149.89		
Metanol	CH ₄ O	32.04	0.792	64.7
Éter etílico	C ₄ H ₁₀ O	74.12	0.713	34.6
MKC1	C ₁₂₉ H ₁₉₀ N ₂₀ O ₂₁	2357		
MKC2	C ₈₉ H ₁₂₀ N ₁₀ O ₁₁	1246		
Acrilamida	C ₃ H ₅ NO	71.08	1.130	
Acrilato de Sodio	C ₃ H ₃ O ₂ Na	94.04		
TEMED	C ₆ H ₁₆ N ₂	16.24	0.775	
APS	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	28.18	1.980	

Anexo II

Cálculos estequiométrico de la síntesis del monómero de 2-ciclopropil-2-oxazolina (cPrOx)

Se realizó el cálculo estequiométrico para un mol de ciclopropanonitrilo.

Gramos de ciclopropanonitrilo:

$$\text{Gramos}_{\text{ciclopropanonitrilo}} = 1 \text{ mol}_{\text{ciclopropanonitrilo}} \times \left(\frac{67.09 \text{ g}_{\text{ciclopropanonitrilo}}}{1 \text{ mol}_{\text{ciclopropanonitrilo}}} \right)$$

$$\boxed{\text{Gramos}_{\text{ciclopropanonitrilo}} = 67.09 \text{ g}}$$

Calculo de la masa y volumen de etanolamina, usando la relación estequiométrica ciclopropanonitrilo/etanolamina =1:

$$\text{Gramos}_{\text{etanolamina}} = 1 \text{ mol}_{\text{ciclopropanonitrilo}} \times \left(1 \frac{\text{mol}_{\text{etanolamina}}}{\text{mol}_{\text{ciclopropanonitrilo}}} \right) \times \left(\frac{61.08 \text{ g}_{\text{etanolamina}}}{1 \text{ mol}_{\text{etanolamina}}} \right)$$

$$\boxed{\text{Gramos}_{\text{etanolamina}} = 61.32 \text{ g}}$$

$$\text{Volumen}_{\text{etanolamina}} = 61.32 \text{ g}_{\text{etanolamina}} \times \left(\frac{1 \text{ mL}_{\text{etanolamina}}}{1.02 \text{ g}_{\text{etanolamina}}} \right)$$

$$\boxed{\text{Volumen}_{\text{etanolamina}} = 60.1 \text{ mL}}$$

Masa de acetato de cadmio dihidratado (ACD):

Se utilizó la relación: acetato de cadmio dihidratado/ ciclopropanonitrilo = 0.024.

$$\begin{aligned} \text{Gramos}_{\text{acetato de cadmio dihidratado}} \\ = 1 \text{ mol}_{\text{ciclopropanonitrilo}} \times \left(0.024 \frac{\text{mol}_{\text{ACD}}}{\text{mol}_{\text{ciclopropanonitrilo}}} \right) \times \left(\frac{266.53 \text{ g}_{\text{ACD}}}{1 \text{ mol}_{\text{ACD}}} \right) \end{aligned}$$

$$\boxed{\text{Gramos}_{\text{acetato de cadmio dihidratado}} = 6.42 \text{ g}}$$

Masa teórica de cPrOx a obtener:

$$\text{Gramos}_{\text{cPrOx}} = 1 \text{ mol}_{\text{ciclopropanonitrilo}} \times \left(1 \frac{\text{mol}_{\text{cPrOx}}}{\text{mol}_{\text{ciclopropanonitrilo}}} \right) \times \left(111.14 \frac{\text{g}_{\text{ciclopropanonitrilo}}}{\text{mol}_{\text{ciclopropanonitrilo}}} \right)$$

$$\boxed{\text{Gramos}_{\text{cPrOx}} = 111.14 \text{ g}}$$

Experimentalmente se obtuvieron 83.5 g de cPrOx, siendo entonces el rendimiento (η):

$$\eta = \left(\frac{83.50 \text{ g}_{\text{cPrOx}}}{111.14 \text{ g}_{\text{cPrOx}}} \right) \times 100\%$$

$$\boxed{\eta = 75\%}$$

Anexo III

Cálculos estequiométrico de la síntesis de los macromonómeros

a. Síntesis del macromonómero MKC1

Los macromonómeros fueron sintetizados siguiendo el método de Rueda et al. Para calcular la cantidad de clorometilestireno (CMS), se tomó como base la cantidad de MKC1 que se deseaba obtener, la cual era aproximadamente 12 gramos con un grado de polimerización del macromonómero (DP) igual a 20.

Masa y volumen de clorometilestireno:

$$\text{Gramos}_{\text{clorometilestireno}} = 12 \text{ g}_{\text{MKC1}} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{MKC1}}}{2356.92 \text{ g}_{\text{MKC1}}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{CMS}}}{1 \text{ mol}_{\text{MKC1}}} \right) \times \left(\frac{152.62 \text{ g}_{\text{CMS}}}{1 \text{ mol}_{\text{CMS}}} \right)$$

$$\text{Gramos}_{\text{clorometilestireno}} = 0.78 \text{ g}$$

$$\text{Volumen}_{\text{clorometilestireno}} = 0.78 \text{ g}_{\text{CMS}} \times \left(\frac{1 \text{ mL}_{\text{CMS}}}{1.083 \text{ g}_{\text{CMS}}} \right)$$

$$\text{Volumen}_{\text{clorometilestireno}} = 0.72 \text{ mL}$$

Experimentalmente, se utilizó 0.7 mL de clorometilestireno, para obtener la máxima precisión y exactitud posible en la síntesis. Haciendo esta variación recalculamos los datos del CMS.

Masa y moles de clorometilestireno experimentalmente utilizados:

$$\text{Gramos}_{\text{clorometilestireno}} = 0.7 \text{ mL}_{\text{CMS}} \times \left(\frac{1.083 \text{ g}_{\text{CMS}}}{1 \text{ mL}_{\text{CMS}}} \right)$$

$$\text{Gramos}_{\text{clorometilestireno}} = 0.76 \text{ g}$$

$$\text{Moles}_{\text{clorometilestireno}} = 0.76 \text{ g}_{\text{CMS}} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{CMS}}}{152.62 \text{ g}_{\text{CMS}}} \right)$$

$$\text{Moles}_{\text{clorometilestireno}} = 4.97 \text{ mmol}$$

Gramos de Ioduro de Sodio (I):

$$\text{Gramos}_{\text{ioduro de sodio}} = 4.97 \text{ mmol}_{\text{CMS}} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{ioduro de sodio}}}{1 \text{ mol}_{\text{CMS}}} \right) \times \left(\frac{149.89 \text{ g}_{\text{ioduro de sodio}}}{1 \text{ mol}_{\text{ioduro de sodio}}} \right)$$

$$\text{Gramos}_{\text{ioduro de sodio}} = 0.75 \text{ g}$$

Experimentalmente se utilizó un exceso de Ioduro de Sodio: 1.50 g (relación [NaI]/[CMS]=2) lo que representó en moles: 9.94 mmol de ioduro de sodio.

Masa y moles de cPrOx:

$$\text{Gramos}_{cPrOx} = 4.97 \text{ mmol}_{CMS} \times \left(\frac{20 \text{ mol}_{cPrOx}}{1 \text{ mol}_{CMS}} \right) \times \left(\frac{111.14 \text{ g}_{cPrOx}}{1 \text{ mol}_{cPrOx}} \right)$$

$$\boxed{\text{Gramos}_{cPrOx} = 11.05 \text{ g}}$$

$$\text{Moles}_{cPrOx} = 11.05 \text{ g}_{cPrOx} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{cPrOx}}{111.14 \text{ g}_{cPrOx}} \right)$$

$$\boxed{\text{Moles}_{cPrOx} = 99.42 \text{ mmol}}$$

El volumen de acetonitrilo usado en la polimerización como solvente fue de 30mL.

Para la terminación se usó hidróxido de sodio, se utilizó una cantidad estequiométrica igual a la del iniciador.

Masa y moles de hidróxido de sodio:

$$\text{Gramos}_{\text{hidroxido de sodio}} = 4.97 \text{ mmol}_{CMS} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{hidroxido de sodio}}}{1 \text{ mol}_{CMS}} \right) \times \left(\frac{56.11 \text{ g}_{\text{hidroxido de sodio}}}{1 \text{ mol}_{\text{hidroxido de sodio}}} \right)$$

$$\boxed{\text{Gramos}_{\text{hidroxido de sodio}} = 0.28 \text{ g}}$$

$$\text{Moles}_{\text{hidroxido de sodio}} = 4.97 \text{ mmol}_{CMS} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{hidroxido de sodio}}}{1 \text{ mol}_{CMS}} \right)$$

$$\boxed{\text{Moles}_{\text{hidroxido de sodio}} = 4.97 \text{ mmol}}$$

Para la terminación se preparó una solución 0.1N de hidróxido de sodio en metanol, el volumen de la solución utilizado fue:

$$\text{Volumen}_{\text{solución}} = 4.97 \text{ mmol}_{\text{hidroxido de sodio}} \times \left(\frac{1000 \text{ mL}_{\text{solución}}}{0.1 \text{ mol}_{\text{hidroxido de sodio}}} \right)$$

$$\boxed{\text{Volumen}_{\text{solución}} = 49.7 \text{ mL}}$$

Masa teórica obtenible de MKC1:

$$\text{Gramos}_{MKC1} = 4.97 \text{ mmol}_{CMS} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{MKC1}}{1 \text{ mol}_{CMS}} \right) \times \left(\frac{2356.92 \text{ g}_{MKC1}}{1 \text{ mol}_{MKC1}} \right)$$

$$\boxed{\text{Gramos}_{MKC1} = 11.71 \text{ g}}$$

Experimentalmente se obtuvieron 11.5g de MKC1, siendo el rendimiento igual a:

$$\eta = \left(\frac{11.5 \text{ g}_{MKC1}}{11.71 \text{ g}_{MKC1}} \right) \times 100\%$$

$$\boxed{\eta = 98\%}$$

a. Síntesis del macromonómero MKC2

Para calcular la cantidad en gramos de iniciador - clorometilostireno (CMS), se tomó a partir de la cantidad de MKC2 que se deseaba obtener, la cual era aproximadamente 8g con un grado de polimerización del macromonómero (DP) igual a 10.

Masa y volumen de clorometilostireno:

$$\text{Gramos}_{\text{clorometilostireno}} = 8 \text{ g}_{\text{MKC2}} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{MKC2}}}{1245.52 \text{ g}_{\text{MKC2}}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{CMS}}}{1 \text{ mol}_{\text{MKC2}}} \right) \times \left(\frac{152.62 \text{ g}_{\text{CMS}}}{1 \text{ mol}_{\text{CMS}}} \right)$$
$$\text{Gramos}_{\text{clorometilostireno}} = 0.98 \text{ g}$$

$$\text{Volumen}_{\text{clorometilostireno}} = 0.98 \text{ g}_{\text{CMS}} \times \left(\frac{1 \text{ mL}_{\text{CMS}}}{1.083 \text{ g}_{\text{CMS}}} \right)$$
$$\text{Volumen}_{\text{clorometilostireno}} = 0.91 \text{ mL}$$

Experimentalmente, se utilizó 1.0 mL de clorometilostireno, para obtener la máxima precisión y exactitud posible en la síntesis. Haciendo esta variación recalculamos las cantidades de CMS.

Masa y moles de clorometilostireno experimentalmente utilizados:

$$\text{Gramos}_{\text{clorometilostireno}} = 1.0 \text{ mL}_{\text{CMS}} \times \left(\frac{1.083 \text{ g}_{\text{CMS}}}{1 \text{ mL}_{\text{CMS}}} \right)$$
$$\text{Gramos}_{\text{clorometilostireno}} = 1.08 \text{ g}$$

$$\text{Moles}_{\text{clorometilostireno}} = 1.08 \text{ g}_{\text{CMS}} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{CMS}}}{152.62 \text{ g}_{\text{CMS}}} \right)$$
$$\text{Moles}_{\text{clorometilostireno}} = 7.10 \text{ mmol}$$

Gramos de yoduro de sodio (I):

$$\text{Gramos}_{\text{ioduro de sodio}} = 7.10 \text{ mmol}_{\text{CMS}} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{ioduro de sodio}}}{1 \text{ mol}_{\text{CMS}}} \right) \times \left(\frac{149.89 \text{ g}_{\text{ioduro de sodio}}}{1 \text{ mol}_{\text{ioduro de sodio}}} \right)$$
$$\text{Gramos}_{\text{ioduro de sodio}} = 1.06 \text{ g}$$

Experimentalmente se utilizó un exceso de Ioduro de Sodio: 2.12 g (relación [NaI]/[CMS]=2) lo que representó en moles: 9.94 mmol de yoduro de sodio.

Masa y moles de cPrOx:

$$\text{Gramos}_{\text{cPrOx}} = 7.10 \text{ mmol}_{\text{CMS}} \times \left(\frac{10 \text{ mol}_{\text{cPrOx}}}{1 \text{ mol}_{\text{CMS}}} \right) \times \left(\frac{111.14 \text{ g}_{\text{cPrOx}}}{1 \text{ mol}_{\text{cPrOx}}} \right)$$
$$\text{Gramos}_{\text{cPrOx}} = 7.89 \text{ g}$$

$$\text{Moles}_{cPrOx} = 7.89 \text{ g}_{cPrOx} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{cPrOx}}{111.14 \text{ g}_{cPrOx}} \right)$$

$$\boxed{\text{Moles}_{cPrOx} = 70.96 \text{ mmol}}$$

El volumen de acetonitrilo usado en la polimerización como solvente fue de 30mL, igual al utilizado en la síntesis de MKC1.

Para la terminación se usó hidróxido de sodio, se utilizó una cantidad estequiométrica igual a la del iniciador.

Masa y moles de hidróxido de sodio:

$$\text{Gramos}_{\text{hidroxido de sodio}} = 7.10 \text{ mmol}_{CMS} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{hidroxido de sodio}}}{1 \text{ mol}_{CMS}} \right) \times \left(\frac{56.11 \text{ g}_{\text{hidroxido de sodio}}}{1 \text{ mol}_{\text{hidroxido de sodio}}} \right)$$

$$\boxed{\text{Gramos}_{\text{hidroxido de sodio}} = 0.40 \text{ g}}$$

$$\text{Moles}_{\text{hidroxido de sodio}} = 7.10 \text{ mmol}_{CMS} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{\text{hidroxido de sodio}}}{1 \text{ mol}_{CMS}} \right)$$

$$\boxed{\text{Moles}_{\text{hidroxido de sodio}} = 7.10 \text{ mmol}}$$

Para la terminación se preparó una solución 0.1N de hidróxido de sodio en metanol, el volumen de la solución utilizado fue:

$$\text{Volumen}_{\text{solución}} = 7.10 \text{ mmol}_{\text{hidroxido de sodio}} \times \left(\frac{1000 \text{ mL}_{\text{solución}}}{0.1 \text{ mol}_{\text{hidroxido de sodio}}} \right)$$

$$\boxed{\text{Volumen}_{\text{solución}} = 71.0 \text{ mL}}$$

Masa teórica de MKC2:

$$\text{Gramos}_{MKC2} = 7.10 \text{ mmol}_{CMS} \times \left(\frac{1 \text{ mol}_{MKC2}}{1 \text{ mol}_{CMS}} \right) \times \left(\frac{1245.52 \text{ g}_{MKC2}}{1 \text{ mol}_{MKC2}} \right)$$

$$\boxed{\text{Gramos}_{MKC2} = 8.84 \text{ g}}$$

Experimentalmente se obtuvieron 8.75 g de MKC2, siendo el rendimiento igual a:

$$\eta = \left(\frac{8.75 \text{ g}_{MKC2}}{8.84 \text{ g}_{MKC2}} \right) \times 100\%$$

$$\boxed{\eta = 99\%}$$

Anexo IV

Espectros de resonancia magnética nuclear (RMN)

a. Macromonomero MKC2

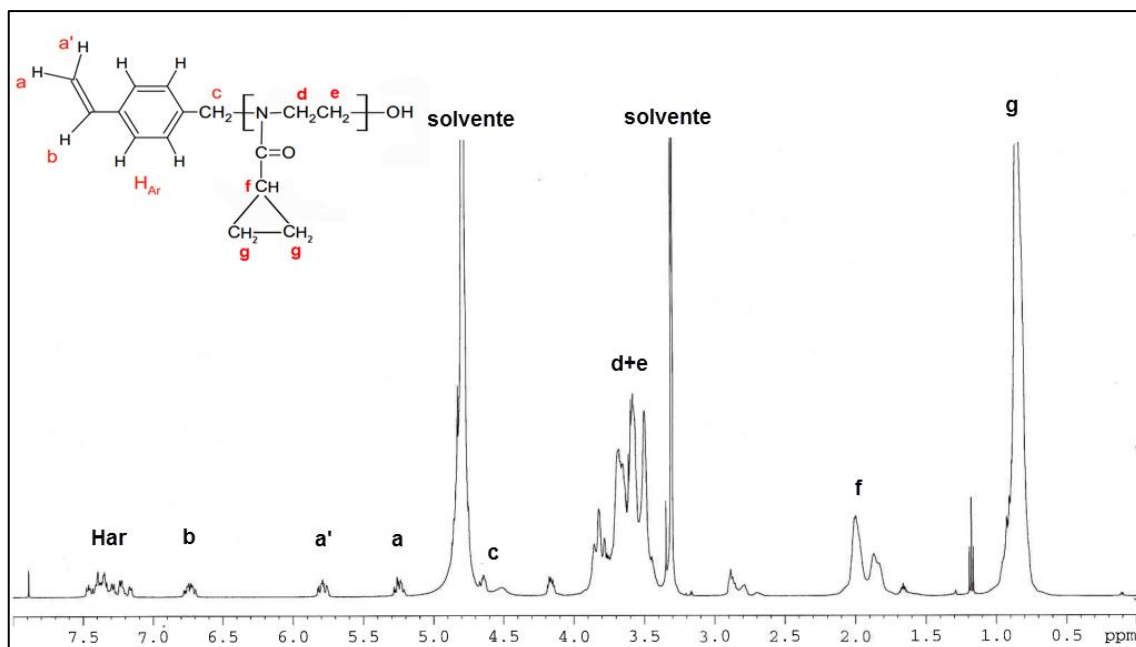


Figura 5.1: Espectro ¹H – RMN del macromonomero MKC2 en D₂O a 25°C.

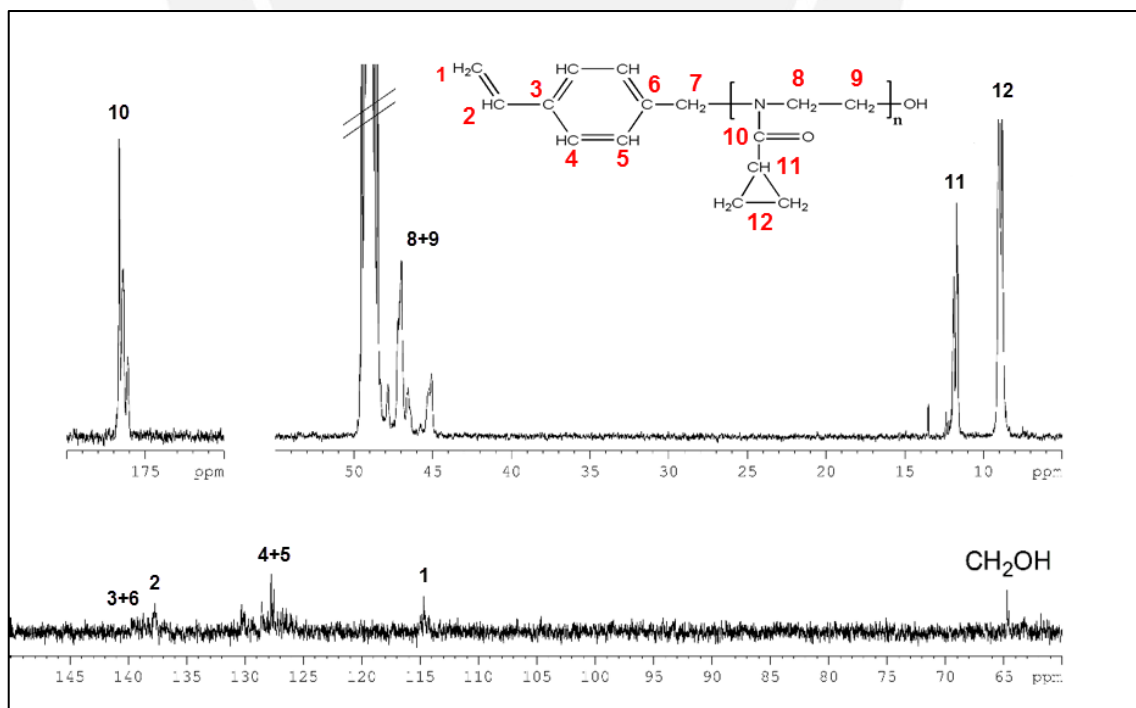


Figura 5.2: Espectro ¹³C – RMN del macromonomero MKC2 en CD₃OD a 25°C.

b. Copolímeros Injertados

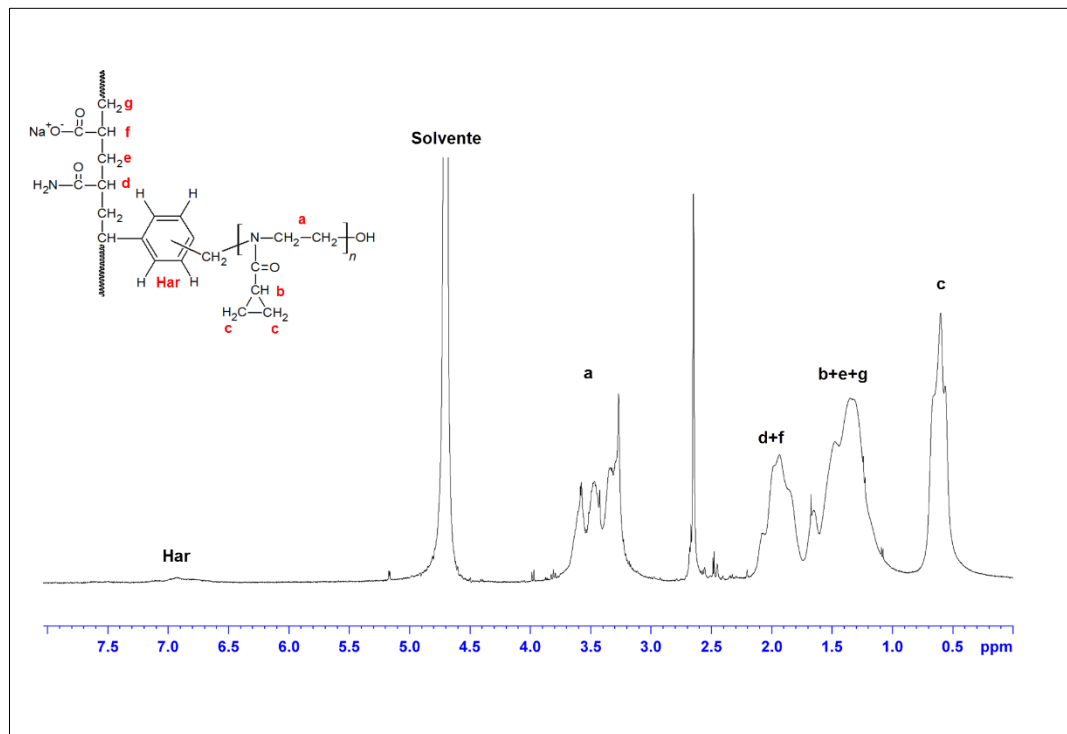


Figura 5.3: Espectro ¹H – RMN del PGA-2.

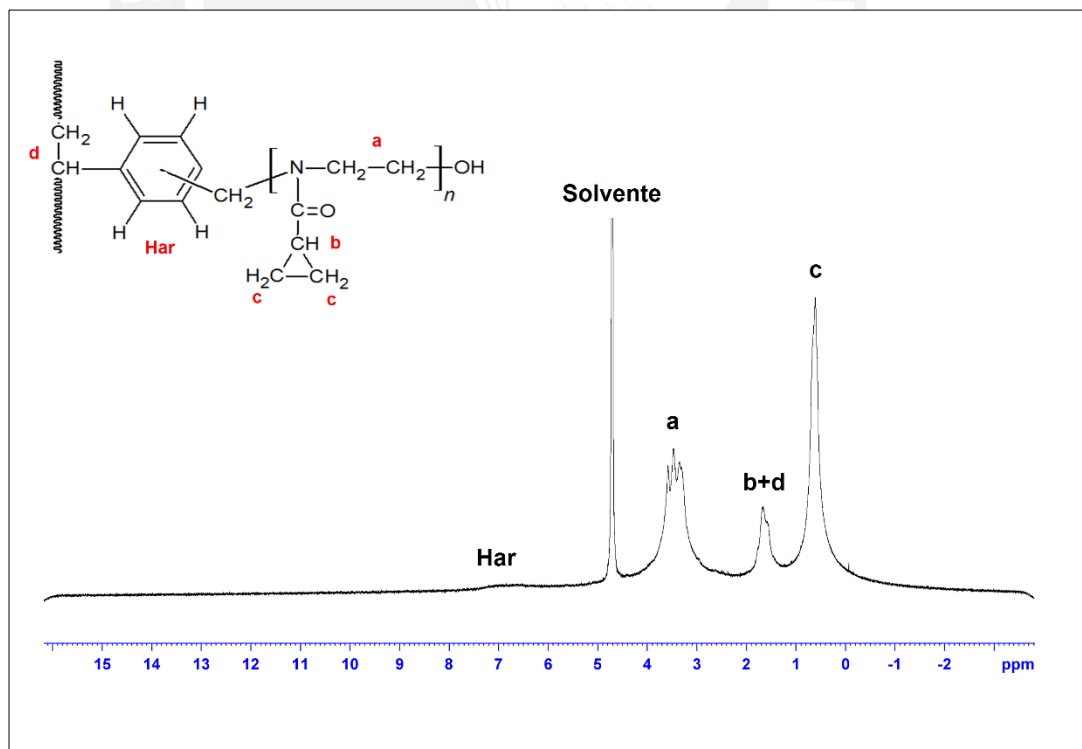


Figura 5.4: Espectro ¹H – RMN del PGA-6.

Anexo V

Calculo del grado de polimerización de los macromonómeros

El grado de polimerización se determinó a partir del espectro $^1\text{HRMN}$ de los macromonómeros.

El grado de polimerización (DP) es calculado como:

$$DP = \frac{[\text{monómero}]}{[\text{iniciador}]}$$

Las unidades del monómero está representado por la suma de las señales “e+f”, y las unidades del iniciador está representado por la suma de señales “Har+b+a” de la Figura 3.2 y Figura 5.1 para el macromonómero MKC1 y MKC2 respectivamente.

Luego, se divide el valor de las unidades (monómero e iniciador) por la cantidad de hidrógenos que la generan respectivamente, para hallar las unidades relativas del iniciador y monómero.

Estas señales se escogieron debido a que presentaron la menor interferencia con otras señales y por tanto ofrecen buena aproximación al valor real.

- Para MKC1 (Figura 3.2):

$$(e+f) \quad 25.030+102.135 = 127.165 \quad (5H)$$

$$(Har+b+a) \quad 4.000+1.006+1.000 = 6.006 \quad (6H)$$

Hallamos el DP:

$$DP = \frac{127.165/5}{6.006/6}$$

$$DP = 25.4$$

- Para MKC2 (Figura 5.1):

$$(e+f) \quad 12.341+50.832 = 63.173 \quad (5H)$$

$$(Har+b+a) \quad 4.000+0.989+1.029 = 6.018 \quad (6H)$$

Hallamos el DP:

$$DP = \frac{63.173/5}{6.018/6}$$

$$DP = 12.6$$

Anexo VI

Calculo del porcentaje molar de los copolímeros

El porcentaje molar de los copolímeros experimentalmente se halló mediante sus espectros $^1\text{HRMN}$.

Se tomó como picos representativos: los grupos metilenos presentes en el ciclopropil para el macromonómero MKC1 (A_{MKC1} , ~ 0.8 ppm) y los grupos metinos para la acrilamida y/o acrilato de sodio (A_{COP} , 1.8-2.4 ppm).

Debido a que el pico representativo del MKC1 (A_{MKC1}) representa a 4H (CH_2CH_2) y a un macromonómero con grado de polimerización de 25.4 (Véase Anexo V), estos valores se dividirán de los porcentajes molares.

El pico que representa a la acrilamida y/o acrilato de sodio (A_{COP}) solo representa a 1H (CH).

Utilizamos las siguientes ecuaciones para el cálculo de los porcentajes molares:

$$\% \text{MKC1} = \frac{\frac{A_{\text{MKC1}}}{4 \times 25.4}}{\left(\frac{A_{\text{MKC1}}}{4 \times 25.4} + \frac{A_{\text{COP}}}{1}\right)} \times 100$$

$$\% \text{AAm y/o NaAc} = 100 - \% \text{MKC1}$$

Donde:

MKC1: Macromonómero de 2-ciclopropil-2-oxazolina.

AAm: Acrilamida.

NaAc: Acrilato de sodio.

A_{MKC1} : Integral del pico representativo para el macromonómero.

A_{COP} : Integral del pico representativo para los monómeros de AAm y NaAc.

Para PGA-1:

Utilizando el espectro $^1\text{HRMN}$ (Figura 3.4) tenemos:

$$\% \text{MKC1} = \frac{\frac{3.999}{4 \times 25.4}}{\left(\frac{3.999}{4 \times 25.4} + \frac{1.254}{1}\right)} \times 100$$

$$\% \text{MKC1} = 3.1$$

$$\% \text{AAm} + \text{NaAc} = 100 - 3.1$$

$$\% \text{AAm} + \text{NaAc} = 96.9$$

Para PGA-2:

Utilizando el espectro $^1\text{HRMN}$ (Figura 5.3) tenemos:

$$\% MKC1 = \frac{\frac{1}{4 \times 25.4}}{\left(\frac{1}{4 \times 25.4} + \frac{0.86}{1}\right)} \times 100$$

$$\% MKC1 = 1.2$$

$$\% AAm + NaAc = 100 - 1.2$$

$$\% AAm + NaAc = 98.8$$

Para PGA-3:

Utilizando el espectro $^1\text{HRMN}$ (Figura 3.5) tenemos:

$$\% MKC1 = \frac{\frac{3.994}{4 \times 25.4}}{\left(\frac{3.994}{4 \times 25.4} + \frac{2.055}{1}\right)} \times 100$$

$$\% MKC1 = 1.9$$

$$\% NaAc = 100 - 1.9$$

$$\% NaAc = 98.1$$

Para PGA-4:

Utilizando el espectro $^1\text{HRMN}$ (Figura 3.6) tenemos:

$$\% MKC1 = \frac{\frac{1}{4 \times 25.4}}{\left(\frac{1}{4 \times 25.4} + \frac{0.53}{1}\right)} \times 100$$

$$\% MKC1 = 1.8$$

$$\% AAm = 100 - 1.8$$

$$\% AAm = 98.2$$

Anexo VII

Tablas de medición de porcentaje de transmitancia vs temperatura de los copolímeros sintetizados.

Las mediciones se realizaron en un espectrómetro Ultravioleta/Visible (UV/VIS) a 550 nm de longitud de onda y en una solución acuosa de polímero al 1% en peso con la finalidad de obtener la temperatura de transición conformacional (LCST).

Tabla 5.2: Sensibilidad a la temperatura del copolímero PGA-1.

Temperatura (°C)	% Transmitancia	Temperatura (°C)	% Transmitancia
21.5	99.82	23.7	9.302
21.7	99.80	23.8	7.190
21.9	99.76	23.9	5.856
22	99.02	24.0	4.931
22.2	97.75	24.1	4.311
22.3	96.52	24.2	3.484
22.4	94.15	24.3	2.934
22.5	89.7	24.4	2.728
22.6	87.12	24.5	2.530
22.7	81.92	24.6	2.348
22.8	72.86	24.7	2.171
22.9	64.75	24.8	2.069
23.0 ^a	53.70	24.9	1.891
23.1	43.84	25.0	1.742
23.2	35.90	25.1	1.695
23.3	28.05	25.2	1.613
23.4	20.80	25.3	1.458
23.5	15.90	25.4	1.430
23.6	11.19		

a: Temperatura de transición conformacional (LCST) de la muestra

Tabla 5.3: Sensibilidad a la temperatura del copolímero PGA-2.

Temperatura (°C)	% Transmitancia	Temperatura (°C)	% Transmitancia
22.8	100.0	34.0	91.48
22.9	99.90	34.2	91.21
23.0	99.90	35.0	91.18
23.9	99.89	35.4	91.17
24.0	99.82	35.6	91.17
24.4	99.46	36.6	91.15
24.5	99.41	36.8	91.14
24.7	99.40	37.0	91.14
24.8	99.31	37.4	91.13
25.1	99.29	38.6	91.11
25.5	99.20	38.8	91.10
25.6	99.14	39.0	91.10
25.7	99.10	39.4	91.09
26.0	99.06	39.6	91.09
26.2	99.04	40.0	91.08
26.3	99.00	41.0	91.18
26.8	98.47	41.2	91.16
27.0	98.46	41.4	90.99
27.7	97.78	41.6	91.00
28.5	96.97	42.4	90.95
28.6	96.86	43.9	91.07
28.9	96.45	44.3	91.09
29.0	96.37	45.3	91.01
29.1	96.24	46.3	91.07
29.8	95.23	47.3	91.01
30.3	94.63	48.3	91.00
30.7	94.15	49.3	90.82
31.0	93.82	51.2	90.65
31.8	93.09	53.9	90.31
32.0	92.83	61.6	90.09
32.9	91.80		

Tabla 5.4: Sensibilidad a la temperatura del copolímero PGA-3.

Temperatura (°c)	% Transmitancia	Temperatura (°C)	% Transmitancia
18.4	99.80	20.2	23.66
18.6	99.80	20.3	20.98
18.8	99.70	20.4	18.77
19.0	89.85	20.5	16.84
19.1	82.65	20.6	15.72
19.3	71.16	20.7	14.62
19.4	61.76	20.8	13.59
19.5	55.16	20.9	12.82
19.6 ^a	50.31	21.0	12.17
19.7	41.41	21.1	11.72
19.8	37.04	21.2	11.37
19.9	34.01	21.3	11.12
20.0	29.64	21.4	11.05
20.1	26.24	21.5	10.92

a: Temperatura de transición conformacional (LCST) de la muestra

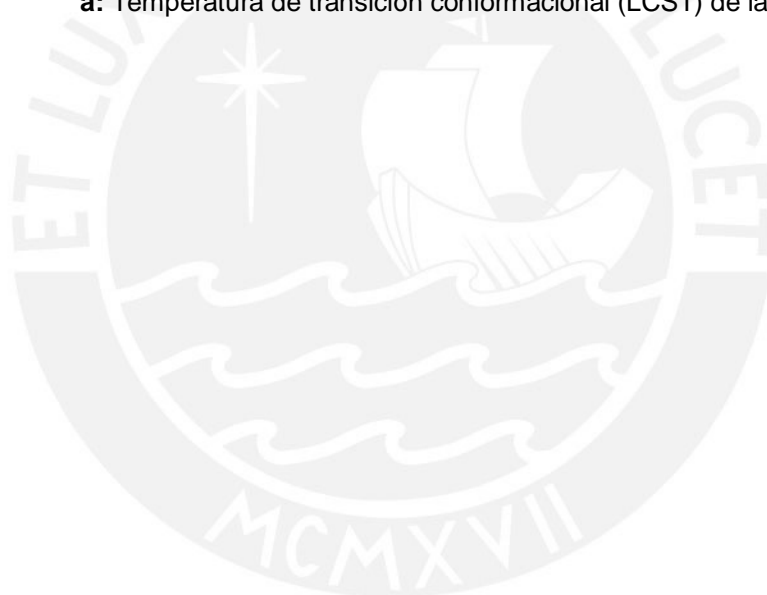


Tabla 5.5: Sensibilidad a la temperatura del copolímero PGA-4.

Temperatura (°C)	% Transmitancia	Temperatura (°C)	% Transmitancia
23.5	99.97	27.6	21.62
23.6	99.77	27.7	20.24
23.7	99.69	27.8	19.66
23.8	99.59	27.9	19.11
23.9	99.42	28.0	18.33
24.0	99.24	28.1	17.42
24.1	98.99	28.2	16.14
24.2	98.68	28.3	15.77
24.3	98.56	28.4	15.26
24.4	98.14	28.5	14.52
24.5	97.77	28.6	13.91
24.6	97.21	28.7	13.37
24.7	96.80	28.8	12.79
24.8	95.51	28.9	12.01
24.9	94.42	29.0	11.62
25.0	92.87	29.1	10.74
25.1	91.21	29.2	10.20
25.2	88.92	29.3	9.82
25.3	86.83	29.4	9.55
25.4	84.15	29.5	9.23
25.5	81.53	29.6	8.83
25.6	78.00	29.7	8.43
25.7	74.65	29.8	8.23
25.8	70.93	29.9	8.06
25.9	67.09	30.0	7.90
26.0	62.91	30.1	7.73
26.1	59.52	30.2	7.49
26.2	56.03	30.3	7.21
26.3 ^a	50.94	30.4	7.00
26.4	48.65	30.5	6.65
26.5	45.54	30.6	6.28
26.6	42.35	30.7	6.09
26.7	38.75	31.0	5.74
26.8	36.63	31.5	5.34
26.9	33.79	32.0	5.07
27.0	31.57	33.0	4.42
27.1	29.66	34.0	3.59
27.2	27.69	35.0	3.03
27.3	25.67	36.0	2.74
27.4	24.57	38.0	2.14
27.5	23.05	40.0	1.80

a: Temperatura de transición conformacional (LCST) de la muestra

Tabla 5.6: Sensibilidad a la temperatura del macromonómero MKC1.

Temperatura (°C)	% Transmitancia	Temperatura (°C)	% Transmitancia
16.0	100.01	18.3	30.44
16.1	102.06	18.4	26.67
16.3	103.10	18.5	23.66
16.4	102.17	18.6	20.41
16.5	103.10	18.7	18.60
16.6	102.02	18.8	17.10
16.7	103.14	18.9	15.86
16.8	102.51	19.0	14.36
16.9	101.21	19.1	13.32
17.0	100.15	19.2	12.15
17.1	99.18	19.3	11.10
17.2	96.05	19.4	10.55
17.3	92.21	19.5	10.09
17.4	87.51	19.6	9.38
17.5	80.82	19.7	8.86
17.6	74.79	19.8	8.44
17.7	65.44	19.9	8.08
17.8	57.60	21.0	6.61
17.9 ^a	50.72	22.0	5.28
18.0	46.31	23.0	3.88
18.1	42.03	24.0	2.58
18.2	34.68	25.0	1.78

a: Temperatura de transición conformacional (LCST) de la muestra

Tabla 5.7: Sensibilidad a la temperatura del copolímero PGA-1 a PH 11.

Temperatura (°C)	% Transmitancia	Temperatura (°C)	% Transmitancia
24.0	99.98	26.2	19.88
24.1	99.98	26.3	17.91
24.3	99.96	26.4	16.25
24.4	98.43	26.5	14.70
24.5	96.63	26.6	12.59
24.6	92.57	26.7	11.32
24.7	89.47	26.8	9.91
24.8	86.04	26.9	9.36
24.9	81.96	27.0	8.37
25.0	76.54	27.1	7.74
25.1	71.20	27.2	7.16
25.2	63.68	27.3	6.68
25.3	59.14	27.7	5.99
25.4	54.35	28.0	5.35
25.5 ^a	49.72	28.4	4.46
25.6	42.33	28.8	3.88
25.7	39.45	29.3	3.31
25.8	34.66	30.7	2.56
25.9	31.06	32.3	2.12
26.0	26.89	34.3	1.70
26.1	21.37		

a: Temperatura de transición conformacional (LCST) de la muestra

Tabla 5.7: Sensibilidad a la temperatura del copolímero PGA-2 a PH 11.

Temperatura (°C)	% Transmitancia	Temperatura (°C)	% Transmitancia
25.4	100.01	44.3	91.82
26.0	99.71	45.2	91.78
27.0	99.99	46.9	91.48
27.8	99.15	47.0	91.36
28.8	99.06	48.0	91.34
30.3	97.05	49.6	91.38
32.1	95.72	50.8	91.29
32.9	94.85	52.4	91.16
33.1	94.28	55.5	90.94
34.1	94.12	56.2	90.58
35.5	93.51	58.6	90.68
36.0	92.75	60.8	91.26
38.6	92.77	63.4	91.03
40.5	92.51	66.8	90.92
41.5	92.30	67.1	90.69
43.9	91.88	69.5	90.35

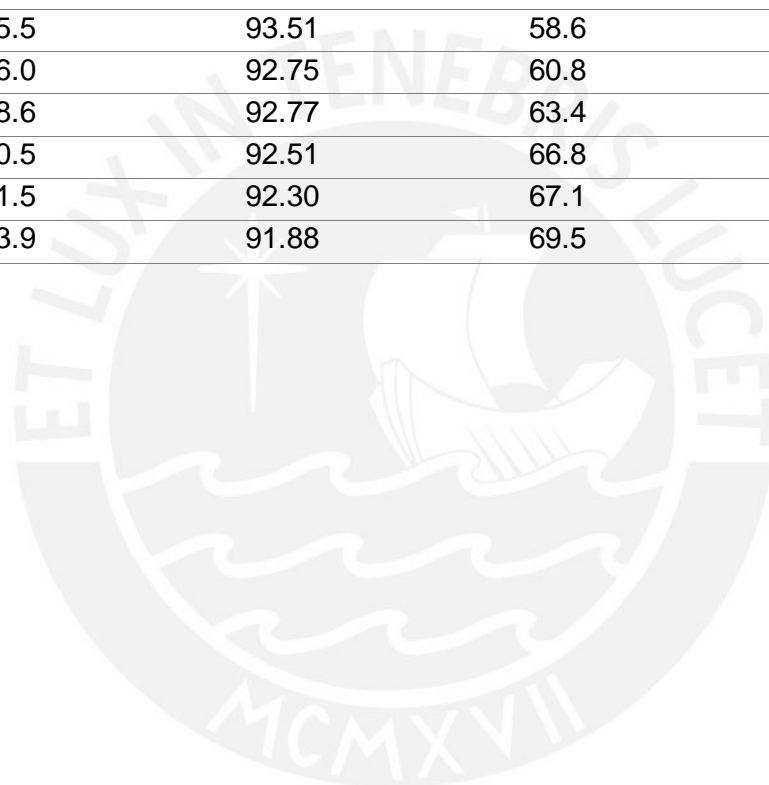


Tabla 5.8: Sensibilidad a la temperatura del copolímero PGA-3 a PH 11.

Temperatura (°C)	% Transmitancia	Temperatura (°C)	% Transmitancia
19.3	99.84	21.2	28.33
19.4	99.68	21.3	25.59
19.5	98.18	21.4	22.32
19.6	97.65	21.5	19.65
19.8	93.96	21.6	17.32
19.9	90.82	21.7	15.92
20.0	87.35	21.8	14.35
20.1	85.37	21.9	12.75
20.2	82.79	22.0	11.65
20.3	78.41	22.2	10.89
20.4	70.79	22.3	10.33
20.5	65.76	22.5	9.64
20.6	61.24	22.6	9.35
20.7 ^a	53.78	22.7	9.19
20.8	44.93	23.1	8.95
20.9	40.35	24.0	8.39
21.0	36.32	25.0	8.10
21.1	33.25		

a: Temperatura de transición conformacional (LCST) de la muestra.

Tabla 5.9: Sensibilidad a la temperatura del copolímero PGA-4 a PH 2.5.

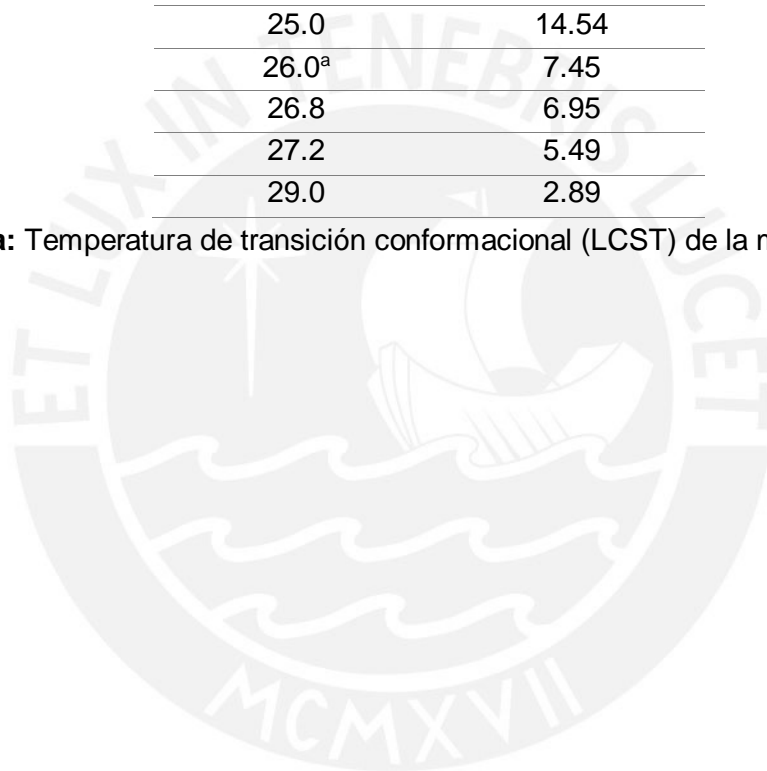
Temperatura (°C)	% Transmitancia
22.5	99.97
23.5	99.11
23.7	98.70
23.8	98.13
24.0	95.60
24.2	89.70
24.3	81.44
24.4	75.73
24.5	65.80
24.6	61.40
24.7	57.05
24.8 ^a	52.06
25.0	36.60
25.7	16.66
26.4	7.97
27.5	4.41
27.7	3.91
28.1	3.65
28.5	3.06
28.6	2.91
33.3	1.33
33.6	1.29

a: Temperatura de transición conformacional (LCST) de la muestra.

Tabla 5.10: Sensibilidad a la temperatura del copolímero PGA-4 a PH 11.

Temperatura (°C)	% Transmitancia
22.0	99.96
22.5	99.10
23.0	98.70
23.2	98.13
23.4	95.77
23.6	88.39
23.7	81.72
24.0	55.54
24.2	42.32
24.5	31.29
25.0	14.54
26.0 ^a	7.45
26.8	6.95
27.2	5.49
29.0	2.89

a: Temperatura de transición conformacional (LCST) de la muestra.



Anexo VIII

Fotografías de la parte experimental de la presente tesis

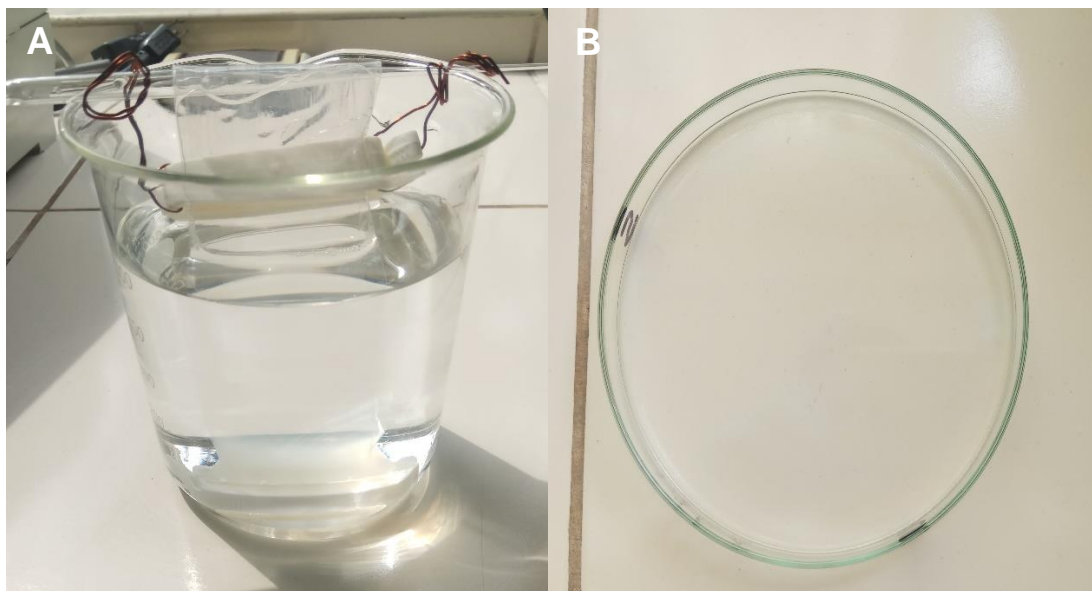


Figura 5.5: (A) Purificación del copolímero mediante diálisis, (B) copolímero seco en placa Petri.

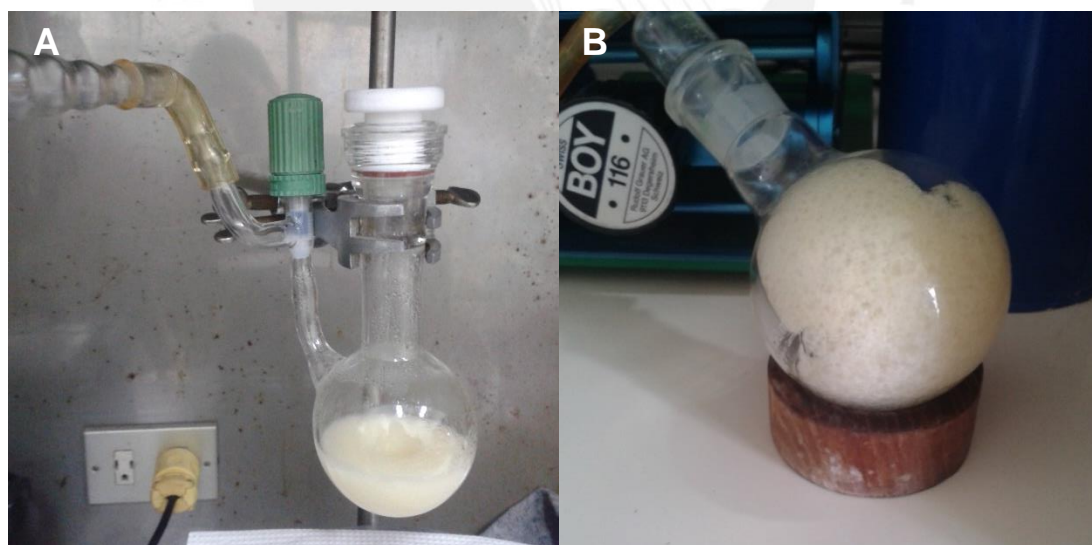


Figura 5.6: (A) Reactor utilizado en la síntesis de los macromonómeros, (B) Macromonómero secado al vacío.

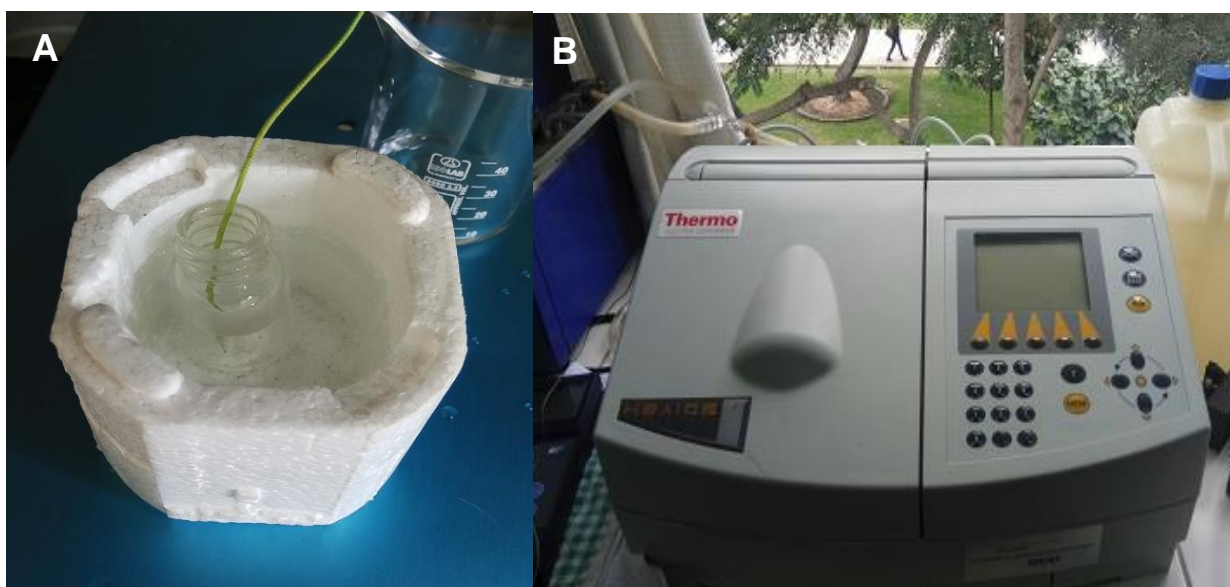


Figura 5.7: (A) Evaluación del LCST de forma visual, (B) Evaluación del LCST mediante espectrómetro UV/VIS.



Figura 5.8: (A) Síntesis del monómero: 2-ciclopropil-2-oxazolina, (B) Purificación del monómero.