

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# PROCESADO DE MATERIALES POLIMÉRICOS MACROPOROSOS PARA MEDICINA REGENERATIVA

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR:

Karim Harbi Shehadeh Alandete

DIRECTORA:

D<sup>a</sup> Gloria Gallego Ferrer

Julio de 2014



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera dar las gracias a la directora del trabajo D<sup>a</sup>. Gloria Gallego Ferrer por haberme dado la oportunidad de realizar mi Trabajo Final de Grado en el Centro de Biomateriales e Ingeniería Tisular de la Universitat Politècnica de València, y sobre todo por el esfuerzo, tiempo y apoyo que me ha dedicado. Sin ella, este proyecto no habría sido posible. Gracias.

Mi agradecimiento también a D<sup>a</sup> Laia León, por haberme dado las directrices oportunas para poder llevar a cabo cada proceso en el laboratorio, así como a D<sup>a</sup> Amparo Gámiz por la ayuda que me ha prestado, a pesar de estar tan ocupada preparando su propia estancia de doctorado. Gracias.

También quiero agradecer a D<sup>a</sup> Ana Vidaurre y a D. Jorge Mas, todas las explicaciones que me han dado así como el tiempo que en mí han invertido. Nuevamente, gracias.

Agradecerles a mis compañeros de laboratorio en el C.B.I.T. por todo el compañerismo y ayuda prestada, sobre todo durante los primeros días cuando todo era un mundo nuevo para mí. En especial, agradezco a Adrián Martínez “A.G.A.” por su apoyo, y por las conversaciones de despacho y laboratorio que tanto bien nos han hecho... Qué grande es la terapia colectiva! Gracias.

Gracias a D<sup>a</sup> Laura Teruel, nuestra técnico de laboratorio, una mujer que todo lo sabe, y si algo se le resiste, siempre encuentra una solución. Cuando no se sabe qué hacer, Laura siempre está ahí. Gracias por tu tiempo y dedicación.

Quiero hacer especial mención a los Doctorandos, ya que son una de las partes que hacen del Centro lo que es, un gran Centro. Son los que, por mucho trabajo que tengan, siempre están dispuestos a atenderte, y de manera altruista, ayudándonos día a día a seguir adelante con las tareas y resolviéndonos todas aquellas dudas que pudiéramos tener. Gracias a todos, especialmente a Sergiy Iváshchenko con su “muy bien, trabajando duro”, Guillermo Vilariño y Eduard Rodriguez por su proximidad, شكراً, Manuel Perez y Keyla por su gentileza, y muy especialmente, a nuestros soles Line Vikingsson por su comprensión, Sara Poveda por su simpatía y buen humor contagioso, María Noel Tamaño y sus “cositos” por estar siempre ahí, y María P. Arnal “mamá pato”, por adoptar un “patito más”. Y si por el stress que llevo acumulado me olvido de nombrar a alguien, que me perdone, y aquí está mi mención y gratitud especial para ell@s. En fin, no tengo palabras suficientes para expresar toda la gratitud que siento por la ayuda, que en todo momento y lugar me habéis prestado. Muchas gracias chic@s! No hace falta que os diga que me tenéis para lo que necesitéis! Gracias.

Agradecer también al servicio de microscopía de la U.P.V. el excelente trato que me han dispensado así como su saber hacer. Es mucho más que un servicio, tienen calidad humana. Gracias.

Antes de salir de las lindes de la U.P.V., no quiero dejar de agradecer la ayuda prestada por el departamento de química, y en especial, por D. Rafael Francisco Ruiz Badia. Gracias.

Por otro lado, la vida en el C.B.I.T. es muy intensa e interesante, te atrapa en un mundo en el que el tiempo se detiene. Agradezco a mis diferentes amistades, por la paciencia que han tenido conmigo, sobre todo en mis momentos bajos de ánimo. Gracias por entender mi ausencia y entrega al proyecto en cuerpo y alma, y gracias por estar ahí cuando necesitaba un verdadero amigo con el que hablar. En especial, gracias a Luís Andrés por sus consejos desinteresados, así como por dejarme el PC con el que éste trabajo ha salido adelante, y a José Rico que, aunque nunca te lo dije, no te puedes ni imaginar lo que te agradecía esa llamada semanal que me hacía volver a la realidad social. Gracias.

Especial agradecimiento a mi familia, por soportarme y apoyarme con entusiasmo, alentándome en todo momento y ayudándome, dejándolo todo si hacía falta. Sé que siempre estaréis ahí y que sabéis lo mucho que os agradezco vuestro esfuerzo y paciencia, no me cansaré nunca de daros las gracias, a vosotros más que a nadie. Gracias.

Tampoco quiero olvidarme de mi fiel compañero, mi perro Zeus, que ha estado a mi lado tantas horas como he estado en casa trabajando en este proyecto, y siempre ha sabido sacarme una sonrisa cuando más la necesitaba. Gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	1
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	9
I. MEMORIA.....	11
ÍNDICE.....	13
1. OBJETO DEL TRABAJO.....	17
2. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN .....	18
3. ANTECEDENTES .....	19
3.1. Biomateriales e ingeniería tisular.....	19
3.2. Scaffolds para ingeniería tisular ósea.....	22
3.3. Poli(ácido L-Láctido) - PLLA .....	24
3.4. Fundamento teórico de los equipos .....	25
3.4.1. Cromatografía de permeabilidad en gel (G.P.C.) .....	25
3.4.2. Espectroscopía Infrarroja por transformada de Fourier (F.T. – I.R.).....	26
3.4.3. Prensa de platos calientes.....	29
3.4.4. Microscopio óptico.....	30
3.4.5. Horno ultravioleta (U.V.).....	33
3.4.6. Espectroscopía de resonancia magnética nuclear (R.M.N.).....	33
3.4.7. Máquinas de ensayo a compresión/tracción .....	35
3.4.8. Liofilizadora .....	37
3.4.9. Microscopio electrónico de barrido (S.E.M.) .....	38
3.4.10. Otros.....	40
3.4.10.1. Balanza de precisión.....	40
3.4.10.2. Baño termostático.....	41
3.4.10.3. Desecador al vacío – Desecador - Bomba .....	41
3.4.10.4. Agitador Magnético - Calefactor .....	42
4. NORMATIVA .....	43
5. MATERIAL Y MÉTODOS .....	44
5.1. Materiales y Reactivos .....	44
5.2. Métodos de obtención de macrómero [Poli(L-Láctido)] - mPLLA.....	58
5.2.1. Síntesis de Poli(ácido L-Láctido) diol - PLLA-diol .....	58

5.2.2. Síntesis de macrómero [Poli(L-Láctido)] - mPLLA .....	62
5.3. Métodos de obtención de films .....	65
5.3.1. Proceso de preparación de moldes para polimerización - films/scaffolds .....	65
5.3.2. Proceso de copolimerización de films de P(mLLA-co-HEA).....	67
5.3.3. Proceso de lavado de films.....	69
5.3.4. Obtención de sistemas porosos mediante films .....	70
5.4. Métodos de obtención de scaffolds.....	72
5.4.1. Proceso de preparación de plantillas de esferas para síntesis de scaffolds - PMMA	72
5.4.2. Proceso de copolimerización de scaffolds de P(mLLA-co-HEA) .....	75
5.4.3. Proceso de lavado de scaffolds .....	77
5.5. Técnicas de caracterización.....	78
5.5.1. Cromatografía de permeabilidad en gel (G.P.C.) .....	79
5.5.2. Infrarrojos por transformada de Fourier (F.T. – I.R.).....	80
5.5.3. Microscopio óptico.....	82
5.5.4. Resonancia magnética nuclear de protón (H-R.M.N.) .....	83
5.5.5. Capacidad de hinchado del sistema / Porosidad .....	83
5.5.6. Ensayo a compresión/tracción .....	85
5.5.7. Microscopio electrónico de barrido (S.E.M.) .....	90
6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	92
6.1. Caracterización del PLLA-diol y mPLLA sintetizados .....	92
6.1.1. G.P.C. ....	92
6.1.2. FT-IR: Caracterización de la estructura química.....	95
6.1.3. H-R.M.N. ....	98
6.2. Caracterización de los films de P(LLA-co-HEA).....	99
6.2.1. S.E.M.: Caracterización de la morfología estructural obtenida .....	99
6.2.2. Tracción: Caracterización de las propiedades mecánicas .....	101
6.2.3. Contenido de agua de equilibrio .....	107
6.2.4. Compresión: Caracterización de las propiedades mecánicas .....	109
6.3. Caracterización de los scaffolds de P(LLA-co-HEA) .....	114
6.3.1. Prensa: Compresión de las plantillas de porógeno .....	114
6.3.2. S.E.M.: Caracterización de la morfología estructural obtenida .....	115
6.3.3. Contenido de agua de equilibrio .....	121
6.3.4. Porosidad.....	122
6.3.5. Compresión: Caracterización de las propiedades mecánicas .....	124
7. CONCLUSIONES .....	126
II. PLIEGO DE CONDICIONES.....	129

1. INTRODUCCIÓN .....	131
2. CONDICIONES Y NORMAS DE CARÁCTER GENERAL .....	132
2.1. Condiciones generales facultativas .....	132
2.2. Condiciones generales económicas .....	133
2.3. Condiciones generales legales .....	134
3. CONDICIONES PARTICULARES .....	136
3.1. Fichas de seguridad de los reactivos empleados .....	136
3.2. Fichas técnicas de los equipos .....	136
3.2.1. Balanza de precisión.....	136
3.2.2. Balanza de alta precisión.....	136
3.2.3. Hornos eléctricos.....	137
3.2.4. Infrarrojos con Transformada de Fourier (FT-IR) .....	137
3.2.5. Microscopio óptico.....	137
3.2.6. Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) .....	137
3.2.7. Equipo de compresión.....	138
3.2.8. Liofilizadora .....	138
3.3. Condiciones para los distintos ensayos.....	138
3.3.1. Condiciones de equipamiento en el laboratorio (Seguridad e Higiene) .....	138
3.3.2. Condiciones para la manipulación de monómeros.....	139
3.3.3. Condiciones para el Uso de la Balanza Analítica de Alta Precisión .....	139
3.3.4. Condiciones para el uso de sistema de vacío (desecadores VACUO) .....	139
3.3.5. Condiciones para la Gestión de Residuos .....	140
3.3.6. Condiciones para la preparación de las muestras.....	140
3.3.6.1. Síntesis del macrómero .....	140
3.3.6.2. Polimerización de los films.....	140
3.3.6.3. Plantillas de PMMA .....	141
3.3.7. Condiciones para los Ensayos en el Equipo (FT-IR) .....	141
3.3.8. Condiciones para el Uso del SEM .....	142
ANEXOS .....	143
III. PRESUPUESTO .....	291
1. FINANCIACIÓN.....	293
2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO .....	293
IV. BIBLIOGRAFIA.....	315

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Equipo de G.P.C.....	25
Figura 2 - Equipo de F.T.-I.R. ....	28
Figura 3 - Tabla de correlaciones en espectroscopia infrarroja [2].....	29
Figura 4 - Equipo de prensa de platos calientes.....	30
Figura 5 - Microscopio óptico.....	31
Figura 6 - Equipo de R.M.N. ....	35
Figura 7 - Equipo de compresión Microtest.....	36
Figura 8 - Equipo de T.M.A. ....	36
Figura 9 - Liofilizadora .....	37
Figura 10 - Diagrama de cambios de fase[10].....	38
Figura 11 - Técnica de sputtering - S.E.M.....	39
Figura 12 - Equipo de S.E.M. ....	39
Figura 13 - Estructura química de la L-Lactida .....	45
Figura 14 - Estructura química del etilhexanoato de estaño .....	45
Figura 15 - Estructura química del etilenglicol.....	47
Figura 16 - Estructura del nitrógeno gas (N <sub>2</sub> ).....	47
Figura 17 - Estructura química del acetato de etilo anhidro.....	49
Figura 18 - Estructura química del anhídrido metacrílico .....	49
Figura 19 - Estructura química del polimetil metacrilato (PMMA) .....	50
Figura 20 - Estructura química del dioxano.....	52
Figura 21 - Estructura química de la benzoína .....	52
Figura 22 - Estructura química del 2-hidroxietil acrilato - HEA .....	53
Figura 23 - Estructura química de la acetona.....	55
Figura 24 - Estructura química del etanol .....	56
Figura 25 - Estructura química del tetrahidrofurano .....	57
Figura 26 - Montaje de síntesis de Poli(ácido L-Láctido) diol - PLLA-diol.....	59
Figura 27 - Esquema del proceso de síntesis del Poli(ácido L-Láctido) diol (PLLA-diol) [36] .....	60
Figura 28 - Termogramas DSC [36].....	61
Figura 29 - Proceso de síntesis de macrómero [Poli(L-láctido)] - mPLLA [37] .....	62
Figura 30 - Montaje de síntesis de macrómero [Poli(L-Láctido)] - mPLLA .....	63
Figura 31 - Montaje de placas para polimerizado de films .....	66
Figura 32 - Montaje del proceso de copolimerización de films de P(mLLA-co-HEA) .....	67
Figura 33 - Molde para la elaboración de plantillas y controles de mando de la prensa .....	73
Figura 34 - Croquis de capas para el molde de plantillas de PMMA.....	74
Figura 35 - Proceso de lavado de scaffolds .....	77
Figura 36 - Molienda y portamuestras - F.T.-I.R.....	81
Figura 37 - Tubos de ensayo normalizados para H-R.M.N. ....	83
Figura 38 - Montaje del pistón de compresión en Microtest .....	86
Figura 39 - Introducción de la muestra en T.M.A.....	87
Figura 40 - Material de corte para las muestras y montaje de las mismas en microtest .....	88
Figura 41 - Preparación de muestras para S.E.M. ....	91
Figura 42 - Carga del portamuestras e introducción del mismo en el S.E.M. ....	91
Figura 43 - Formación de virutas tras desecado en síntesis de PLLA-diol.....	93
Figura 44 - Datos obtenidos por el equipo de G.P.C. ensayando el primer diol sintetizado .....	93
Figura 45 - Datos obtenidos por el equipo de G.P.C. ensayando el segundo diol sintetizado.....	95



Figura 46 – F.T.-I.R. Caracterización de la primera serie.....	96
Figura 47 - F.T.-I.R. de la segunda síntesis, con PLLA-diol de primera serie .....	97
Figura 48 - F.T.-I.R. de la segunda serie.....	97
Figura 49 - Espectro H-RMN del mPLLA y del PLLA-diol respectivamente [39] .....	98
Figura 50 - Espectro H-RMN del PLLA-diol sintetizado .....	98
Figura 51 - Espectro H-RMN del mPLLA sintetizado .....	99
Figura 52 - Film P(mLLA-co-HEA) 100/0 - Caracterización en S.E.M. ....	100
Figura 53 - P(mLLA-co-HEA) 100/0 - Tracción de film en Microtest .....	101
Figura 54 - P(mLLA-co-HEA) 90/10 - Tracción de film en Microtest .....	102
Figura 55 - P(mLLA-co-HEA) 70/30 - Tracción de film en Microtest .....	103
Figura 56 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 - Tracción de film en Microtest .....	105
Figura 57 - P(mLLA-co-HEA) - Tracción de films en Microtest .....	105
Figura 58 - P(mLLA-co-HEA) - Tracción de films en Microtest .....	106
Figura 59 - P(mLLA-co-HEA) - Capacidad de hinchado del sistema (film) .....	108
Figura 60 - P(mLLA-co-HEA) 100/0 – Compresión de film en Microtest.....	109
Figura 61 - P(mLLA-co-HEA) 90/10 – Compresión de film en Microtest.....	110
Figura 62 - P(mLLA-co-HEA) 70/30 – Compresión de film en Microtest.....	111
Figura 63 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 – Compresión de film en T.M.A. ....	112
Figura 64 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de films .....	113
Figura 65 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de films .....	113
Figura 66 - Plantilla 1 - Caracterización en S.E.M.....	116
Figura 67 - Plantilla 2 - Caracterización en S.E.M.....	117
Figura 68 - Plantilla 4 - Caracterización en S.E.M.....	118
Figura 69 - Scaffold P(mLLA-co-HEA) 100/0 - Caracterización en S.E.M. ....	119
Figura 70 - Scaffold P(mLLA-co-HEA) 90/10 - Caracterización en S.E.M. ....	120
Figura 71 - Scaffold P(mLLA-co-HEA) 70/30 - Caracterización en S.E.M. ....	121
Figura 72 - P(mLLA-co-HEA) - Capacidad de hinchado del sistema (scaffold).....	122
Figura 73 - Volumen específico del HEA vs. wt [%], [39].....	123
Figura 74 - Interpolación de datos V.esp. vs wt[%] de HEA .....	123
Figura 75 - Cálculo de porosidad de scaffolds.....	124
Figura 76 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de scaffolds en Microtest .....	125
Figura 77 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de scaffolds en Microtest .....	125

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Propiedades mecánicas del hueso humano [32].....	24
Tabla 2 - Resumen de las configuraciones/espesores requeridos para cada montaje - Prensa de platos calientes .....	75
Tabla 3 - G.P.C. - Caracterización de la primera serie (polvo).....	94
Tabla 4 - Caracterización de la primera serie (viruta) .....	94
Tabla 5 - Caracterización de la primera serie .....	94
Tabla 6 - Caracterización de la segunda serie .....	95
Tabla 7 - Caracterización de las dos series.....	95
Tabla 8 - P(mLLA-co-HEA) 100/0 - Tracción de film en Microtest.....	101
Tabla 9 - P(mLLA-co-HEA) 90/10 - Tracción de film en Microtest.....	102
Tabla 10 - P(mLLA-co-HEA) 70/30 - Tracción de film en Microtest.....	103
Tabla 11 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 de la primera serie de polimerizado - Tracción de film en Microtest .....	104
Tabla 12 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 de la segunda serie de polimerizado - Tracción de film en Microtest .....	104
Tabla 13 - P(mLLA-co-HEA) - Tracción de films en Microtest.....	105
Tabla 14 - P(mLLA-co-HEA) 100/0 - Capacidad de hinchado del sistema (film).....	107
Tabla 15 - P(mLLA-co-HEA) 90/10 - Capacidad de hinchado del sistema (film).....	107
Tabla 16 - P(mLLA-co-HEA) 70/30 - Capacidad de hinchado del sistema (film).....	108
Tabla 17 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 - Capacidad de hinchado del sistema (film).....	108
Tabla 18 - P(mLLA-co-HEA) - Capacidad de hinchado del sistema (film) .....	108
Tabla 19 - P(mLLA-co-HEA) 100/0 – Compresión de film en Microtest .....	109
Tabla 20 - P(mLLA-co-HEA) 90/10 – Compresión de film en Microtest .....	110
Tabla 21 - P(mLLA-co-HEA) 70/30 – Compresión de film en Microtest .....	110
Tabla 22 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 de la primera serie de polimerizado – Compresión de film en T.M.A. ....	111
Tabla 23 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 de la segunda serie de polimerizado – Compresión de film en T.M.A. ....	112
Tabla 24 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 – Compresión de film en T.M.A. ....	112
Tabla 25 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de films .....	113
Tabla 26 - Cálculo de la compresión de las plantillas 1 y 4 - Prensa de platos calientes .....	115
Tabla 27 - P(mLLA-co-HEA) - Capacidad de hinchado del sistema (scaffold).....	122
Tabla 28 - Cálculo de porosidad de scaffolds .....	123
Tabla 29 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de scaffolds en Microtest .....	124

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 .....	25
Ecuación 2 .....	71
Ecuación 3 .....	71
Ecuación 4 .....	75
Ecuación 5 .....	84
Ecuación 6 .....	89
Ecuación 7 .....	89



## I. MEMORIA



## ÍNDICE

1. OBJETO DEL TRABAJO .....	17
2. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN .....	18
3. ANTECEDENTES .....	19
3.1. Biomateriales e ingeniería tisular.....	19
3.2. Scaffolds para ingeniería tisular ósea.....	22
3.3. Poli(ácido L-Láctido) - PLLA .....	24
3.4. Fundamento teórico de los equipos .....	25
3.4.01. Cromatografía de permeabilidad en gel (G.P.C.) .....	25
3.4.02. Espectroscopía Infrarroja por transformada de Fourier (F.T. – I.R.).....	26
3.4.03. Prensa de platos calientes.....	29
3.4.04. Microscopio óptico.....	30
3.4.05. Horno ultravioleta (U.V.).....	33
3.4.06. Espectroscopía de resonancia magnética nuclear (R.M.N.).....	33
3.4.07. Máquinas de ensayo a compresión/tracción .....	35
3.4.08. Liofilizadora .....	37
3.4.09. Microscopio electrónico de barrido (S.E.M.) .....	38
3.4.10. Otros.....	40
3.4.10.1. Balanza de precisión.....	40
3.4.10.2. Baño termostático.....	41
3.4.10.3. Desecador al vacío – Desecador - Bomba .....	41
3.4.10.4. Agitador Magnético - Calefactor .....	42
4. NORMATIVA .....	43
5. MATERIAL Y MÉTODOS .....	44
5.1. Materiales y Reactivos .....	44
5.2. Métodos de obtención de macrómero [Poli(L-láctido)] - mPLLA.....	58

5.2.1. Síntesis de Poli(ácido L-láctido) diol – pLLA-diol .....	58
5.2.2. Síntesis de macrómero [Poli(L-láctido)] - mPLLA .....	62
5.3. Métodos de obtención de films .....	65
5.3.1. Proceso de preparación de moldes para polimerización - films/scaffolds .....	65
5.3.2. Proceso de copolimerización de films de P(mLLA-co-HEA).....	67
5.3.3. Proceso de lavado de films.....	69
5.3.4. Obtención de sistemas porosos mediante films .....	70
5.4. Métodos de obtención de scaffolds.....	72
5.4.1. Proceso de preparación de plantillas de esferas para síntesis de scaffolds - PMMA .....	72
5.4.2. Proceso de copolimerización de scaffolds de P(mLLA-co-HEA) .....	75
5.4.3. Proceso de lavado de scaffolds .....	77
5.5. Técnicas de caracterización.....	78
5.5.01. Cromatografía de permeabilidad en gel (G.P.C.) .....	79
5.5.02. Infrarrojos por transformada de Fourier (F.T. – I.R.) .....	80
5.5.03. Microscopio óptico.....	82
5.5.04. Resonancia magnética nuclear de protón (H-R.M.N.) .....	83
5.5.05. Capacidad de hinchado del sistema / Porosidad .....	83
5.5.06. Ensayo a compresión/tracción.....	85
5.5.07. Microscopio electrónico de barrido (S.E.M.) .....	90
6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	92
6.1. Caracterización del PLLA-diol y mPLLA sintetizados .....	92
6.1.1. G.P.C. ....	92
6.1.2. FT-IR: Caracterización de la estructura química.....	95
6.1.3. H-R.M.N. ....	98
6.2. Caracterización de los films de p(LLA-co-HEA).....	99
6.2.1. S.E.M. : Caracterización de la morfología estructural obtenida .....	99



6.2.2. Tracción: Caracterización de las propiedades mecánicas .....	101
6.2.3. Contenido de agua de equilibrio .....	107
6.2.4. Compresión: Caracterización de las propiedades mecánicas .....	109
6.3. Caracterización de los scaffolds de P(LLA-co-HEA) .....	114
6.3.1. Prensa: Compresión de las plantillas de porógeno .....	114
6.3.2. S.E.M.: Caracterización de la morfología estructural obtenida .....	115
6.3.3. Contenido de agua de equilibrio .....	121
6.3.4. Porosidad .....	122
6.3.5. Compresión: Caracterización de las propiedades mecánicas .....	124
7. CONCLUSIONES .....	126



## 1. OBJETO DEL TRABAJO

El presente Trabajo Final de Grado está dirigido por D<sup>a</sup> Gloria Gallego Ferrer, profesora Titular de Universidad del Departamento de Termodinámica Aplicada y miembro investigadora del Centro de Biomateriales e Ingeniería Tisular (C.B.I.T.), perteneciente a la Ciudad Politécnica de la Innovación (C.P.I.) de la Universitat Politècnica de València (U.P.V.). Dicho centro de investigación lleva 6 años colaborando con el Instituto de Bioingeniería de Cataluña, entre otras entidades, para desarrollar y mejorar sistemas que actúen como soporte para medicina regenerativa, basados en biomateriales biocompatibles con biodegradabilidad controlada y alta porosidad, para alojar las células y el tejido regenerado.

Se ha investigado con diversos biomateriales, como la policaprolactona (PCL), entre otros, copolimerizada con 2-hidroxietil acrilato (HEA), obteniéndose buenos resultados. Sin embargo, de cara a obtener un copolímero con mayor velocidad de degradación, en este trabajo trataremos de poner a punto la copolimerización del ácido Poli (L-láctido) (PLLA) con poli hidroxietil acrilato (HEA) formando sistemas P(mLLA-co-HEA) con elevada porosidad. El trabajo pretende además caracterizar mecánicamente dichos sistemas porosos y comparar sus propiedades con los mismos sistemas en forma de film.

Por lo tanto, en este Trabajo Final de Grado se ha trabajado con PLLA así como con PHEA, obteniéndose un material biocompatible y biodegradable con amplias aplicaciones en el novedoso campo de la Ingeniería Tisular (terapia que persigue la regeneración de tejidos con ayuda de biomateriales sintéticos de soporte). En estas aplicaciones, es fundamental controlar la arquitectura porosa tridimensional del material orgánico sintético, parte de este Trabajo Final de Grado.

El objetivo general del presente trabajo consiste en la preparación y caracterización tanto de films de P(mLLA-co-HEA), como de sistemas macroporosos, scaffolds, a partir de plantillas de porógeno. Se regulará la hidrofiliidad de los sistemas variando la cantidad de componente hidrofílico (HEA). El trabajo se centrará en la caracterización mecánica de los sistemas, complementada con otras técnicas, con objeto de seleccionar aquella composición más adecuada para la aplicación última de los sistemas, la regeneración de hueso y cartílago.

El presente trabajo hace uso de diversas técnicas de caracterización entre las que se encuentra la microscopía electrónica de barrido (S.E.M.), la espectroscopía de infrarrojos (F.T.-I.R.), la cromatografía de permeación de gel (G.P.C.), y fundamentalmente, los equipos de medida mecánica.

## 2. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Este trabajo tiene como motivación la realización del Trabajo Final de Grado como último paso para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Mecánica, otorgado por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (E.T.S.I.D.) de la Universitat Politècnica de València (U.P.V.).

El tema del trabajo se justifica, por un lado, por mis inquietudes personales referentes a la Ingeniería Biomédica (en su vertiente mecánica), por lo que he tratado de enlazar el final del grado cursado con el principio del Master en Ingeniería Biomédica que pretendo cursar como continuación de estudios. Por otro lado, por tratarse la ingeniería tisular de una rama del conocimiento que pretende solucionar gran parte de las enfermedades degenerativas que afectan a una parte importante de la sociedad, así como regeneración en caso de pérdida de tejidos tras accidentes.

Puesto que la calidad de vida ha mejorado y, por tanto, la longevidad ha aumentado, en las últimas décadas han empezado a desarrollarse distintas enfermedades degenerativas que podemos considerar hoy por hoy propias de la edad, a lo cual hay que dar solución. Por una parte, la investigación y desarrollo propiamente médicos ha mejorado con muchísimos avances, citando como ejemplo la clonación o la regeneración tisular, entre otros. Dicho desarrollo no hubiese sido posible sin el desarrollo en paralelo de otras disciplinas como la ingeniería biomédica o las biotecnología, por nombrar algunas, que conjuntamente con la ciencia médica, apoyándose unas en las necesidades de las otras, llegan a objetivos como los antes citados, dando sus frutos y solución a los problemas de salud actuales y venideros en este campo de investigación.

En mi caso, el aporte que pretendo dar ya no es sólo investigar con el mPLLA como soporte combinado con PHEA, sino la caracterización mecánica, entre otras, del producto obtenido.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. Biomateriales e ingeniería tisular

El término biomaterial se utiliza con diversas acepciones dentro de los ámbitos científicos y legales. En el ámbito jurídico, los dispositivos médicos se definen como "cualquier instrumento, aparato, implementación, máquina, aplicación, implante, reactivo o calibrador in vitro, programa informático, material u otros artículos similares o relacionados, destinados por el fabricante para ser usados, solos o en combinación, para los seres humanos para uno o más de los fines de diagnóstico específicos, prevención, control, tratamiento, investigación, apoyar o sustentar la vida, el control de la concepción, y la desinfección de los dispositivos médicos ". [1]

En el campo de los biomateriales y los campos relacionados con la ingeniería tisular y medicina regenerativa, un biomaterial se define como "una sustancia que ha sido diseñada para tener una forma que, por sí sola o como parte de un sistema complejo, se utilice para dirigir, mediante el control de las interacciones de los componentes de los sistemas vivos, el curso de cualquier procedimiento diagnóstico o terapéutico" [2]. En otras palabras, un biomaterial se utiliza para reemplazar o ayudar en su función al tejido mientras está en íntimo contacto con él, ya sea interna o externamente.

Dado que un biomaterial está diseñado para ser utilizado en íntimo contacto con el tejido vivo, es esencial que el material implantado no cause ningún efecto perjudicial al implantarse a los tejidos y órganos. Los requisitos para esta biocompatibilidad son complejos, variando con aplicaciones médicas específicas. Un material utilizado satisfactoriamente en la cirugía ortopédica, por ejemplo, puede ser inapropiado para aplicaciones cardiovasculares debido a sus propiedades trombogénicas. En algunos estudios [3] [4], la biocompatibilidad de los biomateriales se clasifica de acuerdo a su capacidad para inducir la muerte celular o la muerte del tejido (citotoxicidad), para inducir la formación de cáncer (carcinogénesis), para dañar genes (mutagenicidad), para inducir respuestas inmunes (pirogenicidad y alergenidad) o para inducir la coagulación de la sangre (trombogenicidad). Tomando todos estos tipos de problemas de biocompatibilidad en cuenta, una definición universalmente prevalente de biocompatibilidad ha sido proporcionada por la FDA [1], en el sentido de que el material no induzca daño medible al huésped.

Los biomateriales juegan un papel crítico en la ingeniería de construcciones de tejidos, trabajando como una matriz extracelular artificial para apoyar la regeneración. Puesto que la capacidad de estiramiento elástico es una de las principales propiedades mecánicas de muchos tipos de tejidos, se han invertido grandes esfuerzos en el desarrollo de biomateriales elásticos que imiten al tejido nativo. De hecho, para la reparación de la mayoría de los tejidos blandos, uno de los principales problemas encontrados por los científicos sobre biomateriales ha sido la dificultad en replicar esta compleja elasticidad.

En esencia, la compatibilidad de un biomaterial se refiere a cuan similares sean sus propias propiedades mecánicas respecto a las del tejido del huésped, especialmente la elasticidad, como en los tejidos dinámicos (músculo, tendón) y los tejidos estructurales (de ligamentos, piel). Cuando un material se describe como 'elástico', se da a entender que puede recuperarse de la deformación sufrida al aplicarse una fuerza al mismo. El trabajo mecánico requerido para deformar un objeto se almacena como energía de deformación, que puede recuperarse cuando se elimina la fuerza [5]. La resiliencia (también llamada coeficiente de restitución) es la propiedad que posee el material para absorber energía después de la deformación elástica, con recuperación de la misma al descargarlo. [5] En otras palabras, la resiliencia es la máxima energía por unidad de volumen que puede ser elásticamente almacenada, resultando en completa deformación cuando no hay energía que pueda ser devuelta. La resiliencia está representada por la relación de las dos áreas bajo la carga y curvas de recuperación en la región elástica de la curva tensión-deformación.

En teoría, todos los materiales "sólidos" son elásticos dentro de sus límites de deformación elástica, antes de alcanzar la deformación elástica máxima, y más allá de la cual la deformación es irreversible (plástica). En la práctica, sin embargo, un objeto es a menudo descrito como "más elástico" si puede recuperar su forma tras grandes tensiones de deformación. Por lo tanto, a menudo se toma el término genérico 'elástico' para significar estirable, como una correa de goma [5], con la capacidad de estiramiento del material definida por el alargamiento a la rotura (es decir, la tensión máxima de rotura). Idealmente, la descripción completa de la elasticidad de cualquier material debe incluir tanto su capacidad de resiliencia medida y los valores de alargamiento a la ruptura.

Los biomateriales juegan un papel crítico en la ingeniería de reconstrucción tisular, trabajando como una matriz extracelular artificial y un entorno de soporte tridimensional para células (arrastradas in vitro o migradas in vivo desde el tejido huésped), para regenerar una zona dañada. [6] Como biomateriales para ingeniería tisular, se pueden incluir polímeros, cerámicos, compuestos, y, ocasionalmente, metales, ya sea de origen natural o sintético. [7] Debido a su versatilidad mecánica y su similitud con las características estructurales del tejido, los polímeros son los biomateriales más populares en la ingeniería tisular, excepto para uso ortopédico. [8] Los polímeros biodegradables también presentan inflamaciones prolongadas o complicaciones asociadas con los procedimientos quirúrgicos de repetición mínimas [9] a largo plazo, y por lo tanto, se han convertido en el paradigma para la mayoría de aplicaciones médicas. [10], [11], [12]

A pesar de todos los avances preliminares, en la actualidad hay pocos productos de ingeniería tisular (especialmente sintéticos), disponibles para su uso práctico clínico, que puedan sustituir a los tejidos blandos y mecánicamente funcionales tales como el músculo y el tejido conectivo. [13] Las razones exactas de fracaso del injerto en los estudios en animales de experimentación y ensayos preclínicos para tales tejidos no se entienden completamente, pero se relacionan directamente con las incompatibilidades mecánicas entre el tejido y el biomaterial. [14]

Los el campo de los biomateriales poliméricos está actualmente dominado por poliésteres termoplásticos tales como poli (ácido láctico) (PLA), poli (ácido glicólico) (PGA), policaprolactona (PCL) y sus mezclas o copolímeros. [15] El poliéster es una categoría de polímero que contiene el

grupo funcional éster en su cadena principal. Los ésteres son compuestos químicos derivados de un ácido carboxílico (COOH) y un grupo hidroxilo (OH) compuesto, por lo general por un alcohol. Muchos ésteres, tales como ácidos grasos, son endógenos para el metabolismo humano y por lo tanto biocompatibles. Muchos poliésteres pueden descomponer los productos metabólicos naturales mediante una simple hidrólisis. [15]

Aunque estos biomateriales han sido convenientemente caracterizados y fabricados para que coincidan con las propiedades bioquímicas de los tejidos blandos, generalmente hay una falta de compatibilidad mecánica entre los implantes de polímero termoplástico y los tejidos vivos.

En el tejido vivo, la elasticidad y la resistencia a tracción son proporcionadas por macromoléculas de origen estructural natural, que incluyen colágenos, elastina y fibronectina. El colágeno, una familia de proteínas fibrosas, forma el principal componente estructural del tejido conjuntivo, hueso y la membrana basal de los epitelios. Aunque a menudo se describe como inelástica en contraste con otras proteínas como las elastinas, [16] el colágeno es verdaderamente elástico, con deformación en la rotura de por lo general, entre un 10 a 20% y una capacidad de recuperación del 90%, que es en realidad similar a las elastinas, [5] y puede variar dependiendo de si los colágenos están dispuestos en tractos fibrosos paralelos. El colágeno de hueso difiere del colágeno de los tejidos blandos del mismo tipo, puesto que contiene una mayor densidad de entrecruzamientos intermoleculares, [17] debido a una mejor elasticidad a tensiones más altas.

Por el contrario, las elastinas son más flexibles a tensiones inferiores, debido a menudo a estructuras secundarias complicadas tales como los plisados de hojas, especialmente en dos dimensiones.

Los tejidos específicos tienen diferentes niveles y conformaciones de moléculas estructurales, debido a diferentes rangos de elasticidad pasiva. La piel, por ejemplo, contiene ambas, colágeno y elastina, a pesar de las diferencias en los niveles de cada una, y estructuras secundarias complejas tales como capas reticulares, dando lugar a sutiles diferencias en la elasticidad de la piel para una región dada. El músculo es más complejo, puesto que tiene tanto elasticidad pasiva como activa contractilidad, debido a la proteína estructural titina, y a las proteínas dinámicas miosina y actina, respectivamente. La titina en sí tiene una deformación elástica a ruptura de ~150%, por lo que es probable que soporte cargas variables con longitudes variables. En general, la capacidad de estiramiento elástico es una de las principales propiedades mecánicas de los tejidos biológicos, que no puede ser reproducida por los polímeros termoplásticos, ya que se someten a deformación plástica casi inmediatamente, con un alargamiento típico a rotura de menos del 3%. [18] De hecho, para la reparación de la mayoría de los tipos de tejidos blandos, uno de los principales problemas encontrados por los científicos de biomateriales es la dificultad de la reproducción de la elasticidad de los tejidos innata, especialmente bajo situaciones de cargas variables.

Introducidas las características generales de los biomateriales y la ingeniería tisular, para complementar las mismas, se van a enumerar los objetivos que debe cumplir un scaffold enfocado a la regeneración ósea.

### 3.2. Scaffolds para ingeniería tisular ósea

- Porosidad, tamaño de poro, interconectividad y microestructura:

Aunque los injertos óseos autólogos durante mucho tiempo han sido considerados como el estándar de oro con el que se comparan el resto de alternativas, no es estrictamente necesario para los scaffolds utilizados en la ingeniería de tejido óseo imitar exactamente su microestructura. Otros materiales con tensiones superficiales y tasas de degradación diferentes provocarán que varíen las respuestas en vivo y, por lo tanto afrontarán diferentes microambientes. Está bien aceptado que el aumento de la porosidad, el tamaño de poro y la interconectividad dan como resultado mayor crecimiento interno del hueso in vivo. Se considera un tamaño de poro mayor a 300  $\mu\text{m}$  para conseguir una buena migración de tejido, transporte de nutrientes y formación vascular capilares, [19] mientras que las interconexiones deben ser mayores de 100  $\mu\text{m}$ . La microestructura juega un papel importante en la osteogénesis. [20]

- Propiedades mecánicas e integración con el tejido óseo huésped:

Las propiedades mecánicas de los scaffolds, así como el posterior tejido óseo regenerado deberán ser capaces de soportar el esfuerzo de las actividades cotidianas. La investigación in vivo relativa al efecto de las actividades cotidianas sobre la estructura ósea muestra los umbrales mecánicos a los que los reemplazos óseos se hallarán expuestos tras la cirugía, siendo mucho más bajos que las propiedades mecánicas de los huesos bajo condiciones de fallo y por debajo de las mismas. [21] Las propiedades mecánicas, tanto a nivel microscópico como macroscópico son importantes. [22] A excepción de las propiedades mecánicas, la integración de los scaffolds y hueso regenerado con el tejido huésped son esenciales para la funcionalidad, pudiendo fortalecerse aún más mediante la adición de cerámicos. [23]

- Degradación controlada:

Puesto que la regeneración ósea y la posterior remodelación tienen lugar durante un período de varios meses, es importante que los scaffolds se degraden de manera controlada, a fin de permitir que las propiedades mecánicas del tejido óseo recién regenerado compensen gradualmente la pérdida del sustento mecánico del scaffold original. [24] Sin embargo, muchas de las investigaciones actuales ponen más énfasis en la microestructura y las propiedades mecánicas originales de los scaffolds, dando poca importancia a la tasa de degradación. [25]

- Retención/mejora de las propiedades osteoinductivas de los factores inductivos/crecimiento:



Los scaffolds idealmente deberían ser capaces de contribuir a la regeneración ósea a través de un proceso comúnmente llamado osteoinducción. Sin embargo, esto depende de muchos factores que se dan en diferentes puntos temporales, así como de la expresión temporal de genes característicos de la diferenciación osteoblástica. [26] Ha habido una larga investigación basada en el estudio de cómo los scaffolds con diferentes composiciones y microestructuras afectan a la diferenciación y la proliferación de las células osteogénicas. Los scaffolds se componen de diversos fosfatos de calcio (fosfato octacálcico (OCP), fosfato tricálcico beta (beta-TCP), hidroxiapatita, etc), que al combinarse con diferentes dosis de la proteína morfogenética ósea humana, presentan diferentes potencias osteoinductivas. La microestructura de scaffold, es decir, la porosidad, también afecta a la osteoinductividad del scaffold. [27] Se han diseñado diferentes sistemas de administración para factores de crecimiento con el fin de que los mismos pueden dirigirse a las células deseadas y puedan mantener la liberación durante las duraciones más adecuadas in vivo. [28]

Se han reportado algunos avances en la liberación controlada de factores de crecimiento, [29] pero esto está aún en su etapa preliminar de investigación. Los factores osteoinductivos pueden ser extraídos y purificados a partir de los animales y el hueso cortical humano, o recombinando el sintetizado antes de incorporarlo en el scaffold polimérico. La entrega de plásmido de ADN codificando los factores es otra opción, pero hay varios problemas de seguridad con la modificación genética. También se ha informado sobre la liberación controlada de los factores de crecimiento dual con efectos y cinética distintos, como el VEGF-165 y PDGF-BB. [31] En otro estudio, dos factores de crecimiento, la proteína morfogenética ósea 2 (BMP-2) y el factor de la transformación del crecimiento  $\beta$ 3 (TGF- $\beta$ 3), han sido administrados para conseguir un efecto sinérgico, ya que estos no son eficaces individualmente. [31]

- Compatibilidad con otras plataformas tecnológicas y biomateriales:

Debido a que ninguna tecnología por si sola puede inducir la óptima regeneración ósea, una combinación de diferentes plataformas tecnológicas, sería probablemente necesaria para la ingeniería de tejido óseo. Por lo tanto, es esencial que los scaffolds sean compatibles con otros biomateriales y plataformas tecnológicas. En particular, los scaffolds deben tener la flexibilidad suficiente para servir de vehículos o portadores para la siembra de células, entrega de proteínas y la terapia génica.

- Diseño personalizado:

La composición y propiedades mecánicas del tejido óseo muestran diferencias obvias con respecto al género, etnia, edad y procedencia específica de la muestra. Además, los procesos de reparación y regeneración son diferentes, con diferentes modos de terapia, e incluso sobre el mismo individuo, la regeneración está lejos de ser homogénea. Puede ser beneficioso personalizar los scaffolds para cada paciente con sus biodatos personales.

En la Tabla 1 se pueden apreciar las propiedades mecánicas del hueso humano, y por tanto las propiedades mecánicas objetivo del scaffold a sintetizar:

Tabla 1 - Propiedades mecánicas del hueso humano [32]

Longitudinal elastic moduli	$22.0 \times 10^9 \text{ N m}^{-2}$
Transverse elastic moduli	$11.3 \times 10^9 \text{ N m}^{-2}$
Longitudinal tension	$133 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}$
Longitudinal compression	$193 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}$
Transverse tension	$51 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}$
Transverse compression	$133 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}$
Transverse torsion	$68 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}$

### 3.3. Poli(ácido L-Láctido) - PLLA

El poli (ácido láctico) o polilactida (PLA) es un poliéster alifático termoplástico biodegradable derivado de recursos renovables, tales como almidón de maíz (en Estados Unidos), las raíces de mandioca, patatas fritas o almidón (principalmente en Asia), o caña de azúcar (en el resto del mundo). [33]

El nombre de "poli (ácido láctico)" no cumple con la nomenclatura estándar de la IUPAC, y es potencialmente ambigua o confusa, porque PLA no es un poliácido (polielectrolito), sino más bien un poliéster. [34]

Hay varios procedimientos industriales para la obtención del PLA de alto peso molecular. Se utilizan dos monómeros principales: el ácido láctico, y el di-éster cíclico, lactida. La línea más común para obtener el PLA es la polimerización de apertura de anillo de la lactida con diversos catalizadores metálicos (típicamente octanoato de estaño) en solución, en masa fundida, o como suspensión. La reacción catalizada por el metal tiende a generar ramificaciones del PLA, reduciendo su estereoregularidad en comparación con el material de partida. [35]

Otro procedimiento para obtener el PLA es por condensación directa de los monómeros del ácido láctico. Este proceso debe ser llevado a cabo por debajo de 200 °C; por encima de esta temperatura, se genera el monómero de lactida entrópicamente favorecido. Esta reacción genera un equivalente de agua por cada paso de condensación (esterificación), hecho que es indeseable puesto que el agua produce transferencias de cadenas a los materiales de bajo peso molecular. La condensación directa se realiza así, de manera escalonada, donde el ácido láctico es por primera vez oligomerizado en oligómeros de PLA. A partir de este instante, la policondensación se lleva a cabo en masa fundida o como solución, donde se combinan las unidades oligoméricas cortas para producir un hilo de polímero de alto peso molecular. La eliminación del agua mediante la aplicación

de vacío o por destilación azeotrópica es crucial para favorecer la policondensación por encima de la transesterificación. Los pesos moleculares de 130 kDa se pueden obtener de esta forma. Incluso los pesos moleculares más altos se pueden obtener mediante la cuidadosa cristalización del polímero crudo desde la masa fundida. Los grupos terminales alcohol y ácido carboxílico quedan por lo tanto concentrados en la región amorfa del polímero sólido, y por lo tanto pueden reaccionar. Los pesos moleculares de 128-152 kDa se pueden obtener de este modo. [35]

### 3.4. Fundamento teórico de los equipos

#### 3.4.1. Cromatografía de permeabilidad en gel (G.P.C.)

Se trata de una técnica para la determinación de la distribución de tamaño de las moléculas de los polímeros. El equipo está compuesto por varios módulos: 1525: Binary HPLC Pump, 2707 Autosampler y 2414 Refractive Index Detector, como se puede observar en la Figura 1:



Figura 1 - Equipo de G.P.C.

Las resinas fenólicas con pesos comprendidos entre 100 y 5000 g/mol requieren columnas especiales que optimicen la resolución. Con una calibración apropiada, es posible obtener el número promedio  $M_n$  y el peso promedio  $M_w$ , siendo  $M_i$  el peso molecular de una cadena y  $N_i$  el número de cadenas de ese peso molecular, así como el índice de polidispersidad PDI, como se muestra en la Ecuación 1:

$$M_n = \frac{\sum N_i \cdot M_i}{\sum N_i} \quad M_w = \frac{\sum N_i \cdot M_i^2}{\sum N_i \cdot M_i} \quad PDI = \frac{M_w}{M_n}$$

Ecuación 1

Asimismo también es posible obtener información cuantitativa de monómeros libres y otras especies de bajo peso molecular.

El cromatógrafo de permeación de gel (G.P.C.) separa basándose en el tamaño o volumen hidrodinámico (radio de giro) de los analitos. Esto difiere de otras técnicas de separación que dependen de las interacciones químicas o físicas para separar los analitos. La separación se produce mediante el uso de perlas porosas envasadas en una columna.

Los analitos pequeños pueden entrar en los poros más fácilmente y, por tanto, pasar más tiempo en estos poros, lo que aumenta su tiempo de retención. Por el contrario, los analitos más grandes gastan poco o ningún tiempo en los poros y se eluyen rápidamente. Todas las columnas tienen una gama de pesos moleculares que pueden ser separados.

Si un analito es demasiado grande o demasiado pequeño será o bien no retenido o completamente retenido respectivamente. Los analitos que no sean retenidos se eluyen con el volumen libre fuera de las partículas ( $V_o$ ), mientras que los analitos que se retienen por completo se eluyen con el volumen de disolvente que se mantuvo en los poros ( $V_i$ ). El volumen total puede ser considerado por la siguiente ecuación, donde  $V_g$  es el volumen del gel de polímero y  $V_t$  es el volumen total:  $V_t = V_g + V_i + V_o$

Como se puede deducir, hay una gama limitada de pesos moleculares que pueden separarse por cada columna y por lo tanto el tamaño de los poros para el embalaje debe ser elegido de acuerdo a la gama de peso molecular de los analitos a ser separados. Para las separaciones de polímero los tamaños de poros deben estar en el orden de los polímeros que se analiza. Si una muestra tiene un rango de peso molecular amplia, puede ser necesario utilizar varias columnas de GPC en serie uno con el otro para resolver completamente la muestra.

Aunque G.P.C. es una buena técnica, G.C. y H.P.L.C. son métodos de análisis más efectivos para estudiar especies de bajo peso molecular. [4], [5], [6].

### *3.4.2. Espectroscopía Infrarroja por transformada de Fourier (F.T. – I.R.)*

La espectroscopía infrarroja (Espectroscopia IR) es la rama de la espectroscopía que trata con la parte infrarroja del espectro electromagnético con diversas técnicas; la más común es la de espectroscopia de absorción. Se suele emplear para identificar un compuesto e investigar la composición de una muestra.

En la última década del siglo XX aparecieron en el mercado los espectrómetros de transformada de Fourier, ampliando las posibilidades de esta técnica.

La porción infrarroja del espectro electromagnético se divide en tres regiones; el infrarrojo cercano, medio y lejano, así nombrados por su relación con el espectro visible. El infrarrojo lejano (aproximadamente  $400\text{-}10\text{ cm}^{-1}$ ) se encuentra adyacente a la región de microondas, posee una baja energía y puede ser usado en espectroscopía rotacional. El infrarrojo medio (aproximadamente

4000-400  $\text{cm}^{-1}$ ) puede ser usado para estudiar las vibraciones fundamentales y la estructura rotacional vibracional, mientras que el infrarrojo cercano (14000-4000  $\text{cm}^{-1}$ ) puede excitar sobretonos o vibraciones armónicas.

La espectroscopía infrarroja se basa en el hecho de que las moléculas tienen frecuencias a las cuales rotan y vibran, es decir, los movimientos de rotación y vibración moleculares tienen niveles de energía discretos (modos normales vibracionales). Las frecuencias resonantes o frecuencias vibracionales son determinados por la forma de las superficies de energía potencial molecular, las masas de los átomos y, eventualmente por el acoplamiento vibrónico asociado. Para que un modo vibracional en una molécula sea activa al IR, debe estar asociada con cambios en el dipolo permanente. En particular, en las aproximaciones de Born-Oppenheimer y armónicas, i.e. cuando el Hamiltoniano molecular correspondiente al estado electrónico puede ser aproximado por un oscilador armónico en la vecindad de la geometría molecular de equilibrio, las frecuencias resonantes son determinadas por los modos normales correspondientes a la superficie de energía potencial del estado electrónico de la molécula. Sin embargo, las frecuencias resonantes pueden estar en una primera aproximación relacionadas con la fuerza del enlace, y la masa de los átomos a cada lado del mismo. Así, las frecuencias de las vibraciones pueden ser asociadas con un tipo particular de enlace.

Las moléculas diatómicas simples tienen solamente un enlace, el cual se puede estirar. Moléculas más complejas pueden tener muchos enlaces, y las vibraciones pueden ser conjugadas, llevando a absorciones en el infrarrojo a frecuencias características que pueden relacionarse a grupos químicos. Los átomos en un grupo  $\text{CH}_2$ , encontrado comúnmente en compuestos orgánicos pueden vibrar de seis formas distintas, estiramientos simétricos y asimétricos, flexiones simétricas y asimétricas en el plano (scissoring o tijereteo y rocking o balanceo, respectivamente), y flexiones simétricas y asimétricas fuera del plano (wagging o aleteo y twisting o torsión, respectivamente).

Para medir una muestra, un rayo de luz infrarroja atraviesa la muestra. Cuando la frecuencia de excitación de un enlace (o grupo de enlaces) coincide con alguna de las frecuencias incluidas en las ondas componentes del rayo, se produce absorción. Lo que se va a registrar es la cantidad de energía absorbida en cada longitud de onda. Esto puede lograrse escaneando el espectro con un rayo monocromático, el cual cambia de longitud de onda a través del tiempo, o usando una transformada de Fourier para medir todas las longitudes de onda a la vez. A partir de esto, se puede trazar un espectro de transmitancia o absorbancia, el cual muestra a qué longitudes de onda la muestra absorbe el IR, y permite una interpretación de qué enlaces están presentes. Véase el equipo de F.T.-I.R. en la Figura 2:



Figura 2 - Equipo de F.T.-I.R.

Esta técnica funciona exclusivamente con enlaces covalentes, y como tal es de gran utilidad en química orgánica. Espectros nítidos se obtienen de muestras con pocos enlaces activos al IR y altos niveles de pureza. Estructuras moleculares más complejas llevan a más bandas de absorción y a un espectro más complejo. Sin embargo esta técnica se ha podido utilizar para la caracterización de mezclas muy complejas.

En la Figura 3 se muestra la tabla de correlaciones que se obtienen mediante el uso de esta técnica.

Las muestras gaseosas requieren poca preparación más allá de su purificación, pero se usa una celda de muestra con una larga longitud de celda (usualmente 5-10 cm) pues los gases muestran absorbancias relativamente débiles.

Las muestras líquidas se pueden disponer entre dos placas de una sal de alta pureza (comúnmente cloruro de sodio, o sal común, aunque también se utilizan otras sales tales como bromuro de potasio o fluoruro de calcio). Las placas son transparentes a la luz infrarroja y no introducirán líneas en el espectro. Algunas placas de sal son altamente solubles en agua, y la muestra, los agentes de lavado y similares deben estar completamente anhidros (sin agua).

Las muestras sólidas se pueden preparar principalmente de dos maneras. La primera es moler la muestra con un agente aglomerante para formar una suspensión (usualmente nujol) en un mortero de mármol o ágata. Una fina película de suspensión se aplica sobre una placa de sal y se realiza la medición.

El segundo método es triturar una cantidad de la mezcla con una sal especialmente purificada (usualmente bromuro de potasio) finamente (para remover efectos dispersores de los cristales

grandes). Esta mezcla en polvo se comprime en una prensa de troquel mecánica para formar una pastilla translúcida a través de la cual puede pasar el rayo de luz del espectrómetro.

Es importante destacar que los espectros obtenidos a partir de preparaciones distintas de la muestra se verán ligeramente distintos entre sí debido a los diferentes estados físicos en los que se encuentra la muestra y a que en algunos casos los agentes aglomerantes también absorben en IR mostrando bandas características.

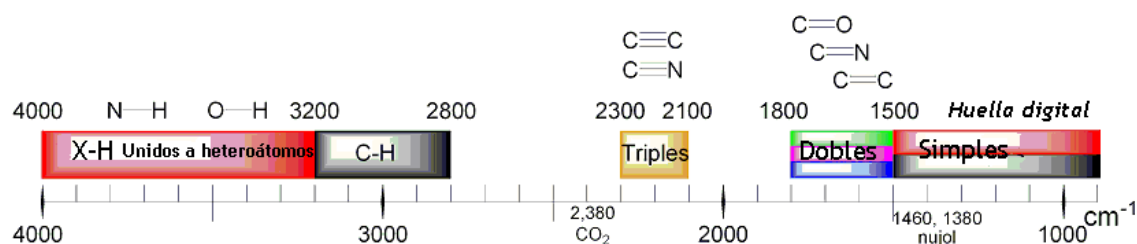


Figura 3 - Tabla de correlaciones en espectroscopia infrarroja [2]

En investigación, la espectroscopía de infrarrojo puede brindar información acerca de los grupos funcionales de moléculas de estructura desconocida. La espectroscopia infrarroja es ampliamente usada en investigación y en la industria como una simple y confiable práctica para realizar mediciones, control de calidad y mediciones dinámicas. Los instrumentos son en la actualidad pequeños y pueden transportarse fácilmente, incluso en su uso para ensayos en terreno. Con una tecnología de filtración y manipulación de resultados en agua, las muestras en solución pueden ser medidas con precisión (el agua produce una absorbancia amplia a lo largo del rango de interés, volviendo al espectro ilegible sin este tratamiento computacional). Algunas máquinas indican automáticamente cuál es la sustancia que está siendo medida a partir de miles de espectros de referencia almacenados.

Al medir a una frecuencia específica a lo largo del tiempo, se pueden medir cambios en el carácter o la cantidad de un enlace particular. Esto es especialmente útil para medir el grado de polimerización en la manufactura de polímeros. Las máquinas modernas de investigación pueden tomar mediciones infrarrojas a lo largo de todo el rango de interés con una frecuencia de hasta 32 veces por segundo. Esto puede realizarse mientras se realizan mediciones simultáneas usando otras técnicas. Esto hace que la observación de reacciones químicas y procesos sea más rápida y precisa. [1], [2], [3].

### 3.4.3. Prensa de platos calientes

La prensa es un equipo que permite mantener entre sus dos pistones un objeto a determinada presión y temperatura, variando las mismas según un programa preestablecido o de forma manual.

El equipo (véase la Figura 4) está compuesto por una cabina que hace las veces de horno (recinto cerrado), dotada de puerta de seguridad, dos pistones accionados por una bomba hidráulica, de los cuales uno es fijo (superior) y el otro móvil, y ambos dotados de resistencias y termopares para controlar las mismas de forma individual, así como de circuito de refrigeración. El circuito de refrigeración en este caso funciona con agua corriente, en un circuito cerrado con almacenamiento del fluido en un bidón para permitir que el mismo se enfríe lo suficiente antes de volver a repetir el circuito.

Independientemente del registro digital para la presión, la prensa está dotada de un manómetro Bourdon.



Figura 4 - Equipo de prensa de platos calientes

A pesar de la precisión de los controles de la prensa, mantener una temperatura fija con los pistones es prácticamente inviable, debido a la inercia térmica que los pistones adquieren sumada a otros factores como bien puedan ser la temperatura del molde, circuito de refrigeración, presión, etc.

Durante los ensayos se ha empleado el equipo en modo manual con los parámetros posteriormente descritos.

#### 3.4.4. Microscopio óptico

El microscopio (véase la Figura 5) es un instrumento óptico que amplifica la imagen de un objeto pequeño. Mediante un sistema de lentes y fuentes de iluminación se puede hacer visible un objeto microscópico. Los microscopios pueden aumentar de 100 a cientos de miles de veces el tamaño



original. En el microscopio óptico el aumento del objeto se consigue usando un sistema de lentes que manipula el paso de los rayos de luz entre el objeto y los ojos.



*Figura 5 - Microscopio óptico*

El microscopio óptico está formado por los siguientes componentes:

- El pie: constituye la base sobre la que se apoya el microscopio y tiene por lo general forma de Y o bien es rectangular.
- Tubo: tiene forma cilíndrica y está ennegrecido internamente para evitar las molestias que ocasionan los reflejos de la luz. En su extremidad superior se colocan los oculares.
- Revólver: es una pieza giratoria provista de orificios en los cuales se enrosca los objetivos. Al girar el revólver, los objetivos pasan por el eje del tubo y se colocan en posición de trabajo, la cual se nota por el ruido de un piñón que lo fija.
- La columna: llamada también asa o brazo, es una pieza colocada en la parte posterior del aparato. Sostiene el tubo en su porción superior y por el extremo inferior se adapta al pie.
- La platina: es una pieza metálica plana en la que se coloca la preparación u objeto que se va a observar. Presenta un orificio en el eje óptico del tubo que permite el paso de los rayos luminosos a la preparación. La platina puede ser fija, en cuyo caso permanece inmóvil; en otros casos puede ser giratoria, es decir, mediante tornillos laterales puede centrarse o producir movimientos circulares.

- Carro: es un dispositivo colocado sobre la platina que permite deslizar la preparación con movimiento ortogonal de adelante hacia atrás y de derecha a izquierda.
- El tornillo macrométrico: girando este tornillo, asciende o desciende el tubo del microscopio, deslizándose en sentido vertical gracias a una cremallera. Estos movimientos largos permiten el enfoque rápido de la preparación.
- El tornillo micrométrico: mediante el movimiento casi imperceptible que produce al deslizar el tubo o la platina, se logra el enfoque exacto y nítido de la preparación. Lleva acoplado un tambor graduado en divisiones de 0,001 mm. que se utiliza para precisar sus movimientos y puede medir el espesor de los objetos.
- Diafragma o iris: sobre el reflector de la fuente de iluminación. Abriéndolo o cerrándolo permite graduar la intensidad de la luz.
- Foco: dirige los rayos luminosos hacia el condensador.
- Ocular: son los sistemas de lentes más cercanos al ojo del observador, situados en la parte superior del microscopio. Son cilindros huecos provistos de lentes convergentes cuyo aumento se reseña en la parte superior de los mismos.
- Objetivo: son sistemas de lentes convergentes que se acoplan en la parte inferior del tubo, mediante el revólver. En esta estructura se pueden acoplar varios objetivos (ordenados de forma creciente según sus aumentos, en el sentido de las agujas del reloj). Un anillo coloreado es distintivo de los aumentos de cada objetivo, que también van reseñados en el lateral del mismo. Algunos objetivos no enfocan bien la preparación al aire, y se deben de utilizar con un aceite de inmersión (normalmente van marcados con un anillo rojo).
- Condensador: sistema de lentes convergentes que capta los rayos de luz y los concentra sobre la preparación, de manera que proporciona mayor o menos contraste. Se regula en altura mediante un tornillo.
- Fuente de iluminación: en los microscopios a utilizar, el aparato de iluminación está constituido por una lámpara halógena de bajo voltaje (12V) situada en el pie del microscopio. La luz procedente de la bombilla pasa por un reflector que envía los rayos luminosos hacia la platina.
- Transformador: ya que el voltaje de la bombilla es menor que el de la red, es necesario para enchufar el microscopio. Algunos modelos ya lo llevan incorporado en el pie del microscopio. Además, el transformador dispone de un potenciómetro para regular la intensidad de la luz. [7]

### 3.4.5. Horno ultravioleta (U.V.)

La polimerización es una reacción química por la cual las moléculas de una sustancia de poco peso molecular (denominadas monómeros) se unen entre sí formando macromoléculas lineales, de estado sólido, denominadas polímeros. Algunas reacciones de polimerización son catalizadas por la luz ultravioleta, si se emplea iniciadores susceptibles a ella.

El cuerpo de las lámparas de radiación UV está fabricado con un tubo de sílice vítreo transparente (cuarzo), que permite una transparencia a la radiación UV del 90%.

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado - vapor de mercurio o sodio - o la presión a la que este se encuentre -media o baja presión -. Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros. Si la presión interna del tubo es baja, son simplemente lámparas fluorescentes, si la presión es media, su uso es industrial, para curado de tintas u otros productos.

Su espectro de emisión es muy concentrado y suele estar en las frecuencias de 100nm, 260 nm para las de vapor de mercurio y de 300 nm y 380 nm para las de yoduro de galio. Las potencias van desde 0,1 kW hasta 25 kW y con longitudes de hasta 2,5 m y una vida media de aproximadamente 1500 horas.

Así, al aplicar una tensión eléctrica en los extremos de la lámpara rellena del respectivo gas, la presencia de electrones libres cargados negativamente provoca una descarga de energía originada por el choque de los iones contra los átomos del gas. Esta descarga de energía se traduce en la generación de las radiaciones UV, IR y luminosa en un porcentaje aproximado de un 20, un 60 y un 20% respectivamente. [8], [9].

### 3.4.6. Espectroscopía de resonancia magnética nuclear (R.M.N.)

La espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) es una técnica empleada principalmente en la elucidación de estructuras moleculares, aunque también se puede emplear con fines cuantitativos y en estudios cinéticos y termodinámicos. Algunos núcleos atómicos sometidos a un campo magnético externo absorben radiación electromagnética en la región de las frecuencias de radio o radiofrecuencias. Como la frecuencia exacta de esta absorción depende del entorno de estos núcleos, se puede emplear para determinar la estructura de la molécula en donde se encuentran éstos.

Para que se pueda emplear la técnica los núcleos deben tener un momento magnético distinto de cero. Esta condición no la cumplen los núcleos con número másico y número atómico par (como el  $^{12}\text{C}$ ,  $^{16}\text{O}$ ,  $^{32}\text{S}$ ). Los núcleos más importantes en química orgánica son:  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{19}\text{F}$  y  $^{15}\text{N}$ . Otros núcleos importantes:  $^7\text{Li}$ ,  $^{11}\text{B}$ ,  $^{27}\text{Al}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{77}\text{Se}$ ,  $^{117}\text{Sn}$ ,  $^{195}\text{Pt}$ ,  $^{199}\text{Hg}$ ,  $^{203}\text{Tl}$ ,  $^{205}\text{Tl}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ .

Se prefieren los núcleos de número cuántico de espín nuclear igual a  $1/2$ , ya que carecen de un momento cuadrupolar eléctrico que produce un ensanchamiento de las señales de RMN. También es mejor que el isótopo sea abundante en la naturaleza, ya que la intensidad de la señal dependerá de la concentración de esos núcleos activos. Por eso, uno de los más útiles en la elucidación de estructuras es el  $^1\text{H}$ , dando lugar a la espectroscopia de resonancia magnética nuclear de protón. También es importante en química orgánica el  $^{13}\text{C}$ , aunque se trata de un núcleo poco abundante y poco sensible.

La técnica de RMN con transformada de Fourier (FT-NMR) es la que se utiliza en los espectrómetros actuales.

FT-NMR permite disminuir drásticamente el tiempo que requiere adquirir una acumulación (scan) del espectro completo de RMN. En vez de realizar un barrido lento de la frecuencia, una en cada instante, esta técnica explora simultánea e instantáneamente todo un rango de frecuencias. Dos desarrollos técnicos fueron fundamentales para poder hacer realidad la técnica FT-NMR: ordenadores capaces de llevar a cabo las operaciones matemáticas necesarias para pasar desde el dominio de tiempo al de la frecuencia, es decir, para obtener el espectro; y el conocimiento sobre cómo poder excitar simultáneamente todo un rango de frecuencias.

La FT-NMR funciona con la muestra (espines nucleares) sometida a un campo magnético externo constante. Se irradia la muestra con un pulso electromagnético de muy corta duración en la región de las radiofrecuencias. La forma que suele usarse para este pulso es rectangular, es decir, la intensidad de la radiofrecuencia oscila entre un máximo y un mínimo que es constante mientras dura el pulso. Un pulso de corta duración tiene una cierta incertidumbre en la frecuencia (principio de indeterminación de Heisenberg). La descomposición de Fourier de una onda rectangular contiene contribuciones de una de todas las frecuencias. El pulso que se genera es por tanto policromático y cuanto más corto sea, es capaz de excitar un mayor rango de frecuencias.

La aplicación fundamental de la espectroscopia de RMN es la determinación estructural, ya sea de moléculas orgánicas, organometálicas o biológicas. Para ello es necesario la realización de diferentes tipos de experimentos de los cuales se obtiene una determinada información.

Para la elucidación estructural de moléculas orgánicas y organometálicas los experimentos más utilizados son los siguientes:

- Espectro monodimensional de  $^1\text{H}$ : Da información del número y tipo de hidrógenos diferentes que hay en la molécula. La posición en el espectro (desplazamiento químico) determina el entorno químico del núcleo, y por tanto da información de grupos funcionales a los que pertenecen o que están cerca. La forma de la señal da información de los protones cercanos acoplados escalarmente.
- Espectro monodimensional de  $^{13}\text{C}$ : Al igual que en  $^1\text{H}$  el desplazamiento químico da información de los grupos funcionales. Dependiendo del tipo de experimento realizado se puede obtener información del número de hidrógenos unidos a cada carbono.

- Espectros bidimensionales homonucleares: Los experimentos COSY y TOCSY dan información de las relaciones entre los protones de la molécula, por acoplamiento escalar o dipolar (NOESY)
- Espectros bidimensionales heteronucleares: Los experimentos HMQC y HSQC indican qué hidrógenos están unidos a qué carbonos. El experimento HMBC permite determinar relaciones entre protones y carbonos a mayor distancia (2 o 3 enlaces)
- Experimentos con otros núcleos: Si la molécula posee otros núcleos activos en RMN es posible su medida a través de experimentos monodimensionales o bidimensionales (por detección indirecta) [10]

En la Figura 6 se puede observar un equipo de R.M.N:



*Figura 6 - Equipo de R.M.N.*

#### *3.4.7. Máquinas de ensayo a compresión/tracción*

Se dispone de tres equipos de ensayo mecánico capaces de realizar compresión y tracción, entre otros ensayos que se salen del objeto de estudio del material.

Se realizarán pruebas de compresión no confinada en inmersión en H<sub>2</sub>O en el equipo que opera hasta un máximo teórico de 15 N (Microtest SCM3000 95) (véase la Figura 7), e igualmente se realizarán ensayos de tracción, esta vez en condiciones de humedad ambiente sobre el mismo equipo.



Figura 7 - Equipo de compresión Microtest

Para caracterizar el P(mLLA-co-HEA) 0/100 a compresión confinada en inmersión se recurrirá a un segundo equipo de análisis termo-mecánico (T.M.A.), el dilatómetro Seiko TMA/SS6000 (véase la Figura 8), que aporta mayor precisión de medida, hecho necesario debido a los bajos valores de fuerza con los que se opera para el ensayo de dicho material.



Figura 8 - Equipo de T.M.A.

El avance queda restringido por las dimensiones de la máquina, aunque debido al tamaño de las muestras no supone problema alguno para los ensayos.

El equipo dispone de una mordaza superior fija y una inferior con desplazamiento, a través de un tornillo sin fin con motor eléctrico. Discrimina su posición y avance a través de un sensor de posición situado en el equipo.

Mediante el software de control, partiendo de una fuerza y posición dada, se define el tipo de ensayo (compresión o tracción [permite más ensayos que son objeto del presente trabajo]), fija una de las variables (avance hasta determinado valor de fuerza o avance hasta determinada posición) y se registran ambas, para realizar posteriormente el estudio de los datos extraídos del ensayo, obteniendo la tensión, deformación y módulo de Young de los ensayos.

#### 3.4.8. Liofilizadora

La liofilización, se basa en el secado de determinados materiales por medio de la sublimación del agua contenida en éstos. Se realiza congelando el producto y se remueve el hielo aplicando calor en condiciones de vacío, de esta forma el hielo sublima evitando el paso por la fase líquida.

Por medio de la liofilización se puede extraer más del 95% del agua contenida en una estructura.

Al finalizar el proceso de liofilización, la estructura se convierte en una estructura rígida que conserva la forma y el volumen (con los poros) pero con peso reducido, preservando sus características morfológicas, y reduciendo al mínimo la degradación de la estructura, debido a la ausencia de la acción de la humedad.

En el C.B.I.T. se dispone del siguiente equipo: TELSTAR LyoQuest 85-Plus Seiko TMA/SS6600: (véase la Figura 9)



Figura 9 - Liofilizadora

Liofilización como concepto:

Una sustancia pura puede existir como sólido, líquido o gas y puede cambiar de estado por medio de un proceso en el cual libera o absorbe calor a temperatura constante (calor latente), de esto depende hacia donde se direcciona dicho cambio.

El cambio de fase de sólido a gas o sublimación (véase la Figura 10), debe realizarse en condiciones de presión y temperatura menores a las del punto triple (punto en el que conviven los tres estados de la materia), ya que por debajo de éste no existe la fase líquida. En el caso del agua el punto triple se encuentra a 4,58 Torr y 0,008 °C. Por ejemplo si se tiene agua congelada, al calentarla a una presión menor a la de dicho punto el hielo sublima. [10]

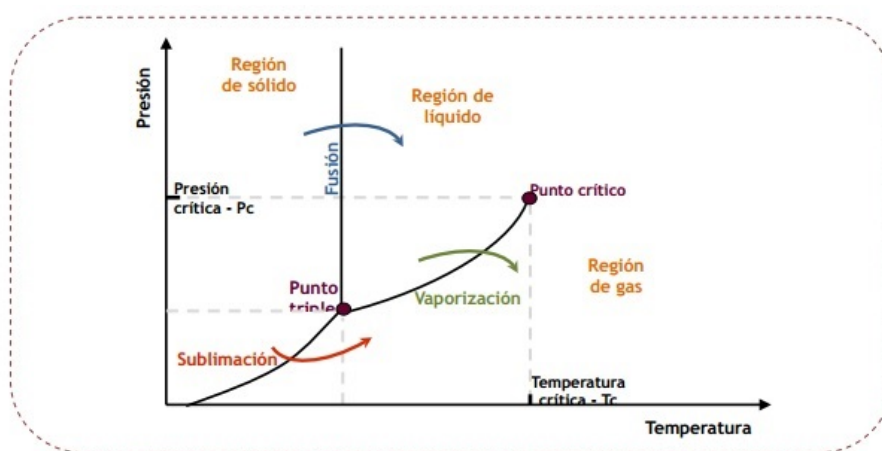


Figura 10 - Diagrama de cambios de fase[10]

#### 3.4.9. Microscopio electrónico de barrido (S.E.M.)

El microscopio electrónico de barrido se basa en el principio de la microscopía óptica en la que se sustituye el haz de luz por un haz de electrones. Con esto conseguimos hasta los 100 Å, resolución muy superior a cualquier instrumento óptico.

Su funcionamiento consiste en hacer incidir un barrido de haz de electrones sobre la muestra. La muestra (salvo que ya sea conductora) está generalmente recubierta con una capa muy fina de oro o carbón, lo que le otorga propiedades conductoras. La técnica de preparación de las muestras se denomina “sputtering” o pulverización catódica (véase la Figura 11).





Figura 11 - Técnica de sputtering - S.E.M.

Al alcanzar el haz la superficie de la muestra se generan principalmente las siguientes partículas:

- Electrones retrodispersados (e1)
- Electrones secundarios (e2)

Además de radiación electromagnética (rayos X) y otras partículas menos significativas.

El microscopio se encuentra internamente equipado con unos detectores que recogen la energía y la transforman en las siguientes imágenes y datos:

- Detector de electrones secundarios: (SEI – Secondary Electron Image) con los que se obtienen las imágenes de alta resolución.
  - Detector de electrones retrodispersados: (BEI – Backscattered Electron Image) con menor resolución de imagen pero mayor contraste para obtener la topografía de la superficie.
  - Detector de energía dispersiva: (EDS – Energy Dispersive Spectrometer) detecta los rayos X generados y permite realizar un análisis espectrográfico de la composición de la muestra.
- [11]

En el servicio de microscopía de la U.P.V. se dispone del siguiente equipo: JEOL JSM 5410A: (véase la Figura 12)



Figura 12 - Equipo de S.E.M.

### 3.4.10. Otros

#### 3.4.10.1. Balanza de precisión

La balanza es un instrumento que sirve para medir masa. Las balanzas de precisión varían de acuerdo con su capacidad de pesada. Existen diversos tipos de balanza de precisión:

- Balanza de precisión mecánica o estándar es la que pesa un objeto por medio de un contrapeso en movimiento a lo largo de la escala marcada en un brazo alargado.
- Balanzas de precisión digitales, con gran éxito debido principalmente a su fácil lectura y manejo.

Las balanzas de precisión como su nombre indica, se utilizan para encontrar el peso exacto hasta una unidad muy pequeña tal como 0,01g. Por eso el rango de capacidad de pesada de estas escalas se inicia desde centésimas de gramos y sube hasta varios kilogramos.

Por ello se debe asegurar el rango de capacidad de pesada para que cubra el rango requerido. Las balanzas de precisión varían de acuerdo a su precisión:

#### Balanza de precisión:

Legibilidad mínima 0,01 g.

Capacidad de pesada 10-20 kg.

#### Balanza semi analítica:

Legibilidad mínima 0,001 g.

Capacidad de pesada 1-2 kg.

#### Balanza analítica:

Legibilidad mínima 0,0001 g.

Capacidad de pesada 160-200 g.

#### Balanza semi micro-analítica:

Legibilidad mínima 0,00001 g.

Capacidad de pesada 10-30 g.

#### Balanza micro-analítica:

Legibilidad mínima 0,000001 g.

Capacidad de pesada 1-3 g. [12]

Junto con la gama de capacidad de pesada, existe otra variable a considerar en la balanza de escala y es la legibilidad, que es el grado hasta el cual los resultados serán equilibrados y precisos. El rango de capacidad determina los límites inferior y superior a pesar.

### 3.4.10.2. Baño termostático

Un baño termostático es un equipo cuya función es la de mantener una solución a una temperatura constante durante el tiempo deseado, con o sin recirculación de la misma.

Los baños termostáticos se emplean en un rango de temperaturas seleccionables según la aplicación que se le vaya a dar. Hay baños termostáticos de distintos tamaños, con agitación del agua o del baño o sin agitación, con tapa o sin ella (para reducir la evaporación cuando el baño se usa a alta temperatura) y con agitación de los tubos o matraces que se introducen en el baño (hay reacciones que además de la temperatura elevada requieren agitar a los componentes de la reacción).

En ocasiones el baño termostático se utiliza para recircular la solución en un circuito cerrado, añadiendo hielo en la cuba para disminuir la temperatura que trasiega la solución proveniente del retorno.

### 3.4.10.3. Desecador al vacío – Desecador - Bomba

La desecación al vacío se emplea para desecar sustancias que son sensibles al calor y/o que retengan fuertemente el disolvente empleado en la recristalización. Para la desecación al vacío se emplean desecadores de vidrio cargados con agentes desecantes.

Se puede cargar el bulbo de secado con pentóxido de fósforo o sílica gel y hacer el vacío. En el balón se introduce la cantidad suficiente del solvente y se calienta a reflujo. La muestra se calienta con los vapores del solvente. La temperatura de ebullición del solvente no debe producir la fusión o descomposición de la muestra.

Para desecar cantidades pequeñas se utilizan las pistolas de desecación. [13]

Otro sistema empleado para la desecación, consiste en colocar la muestra en la cámara de secado o desecador, conectando la misma a una bomba de vacío mediante unos conductos con válvulas, e intercalando una trampa entre el desecador y la bomba para prevenir el contacto accidental del aceite de la bomba con el contenido del desecador. Adicionalmente se le puede aplicar temperatura con precaución de no dañar la muestra.

Este sistema permite realizar la desecación de muestras en un rango de temperaturas regulables desde temperatura ambiente hasta los 170 °C, con una estabilidad del orden de  $\pm 2\%$ . La regulación de la temperatura es electrónica y con lectura digital (3 dígitos), mientras que la depresión queda registrada por un manómetro Bourdon.

#### 3.4.10.4. Agitador Magnético - Calefactor

Un imán de agitador magnético o barra de agitación es una pequeña barra magnética o imán utilizado para remover una mezcla líquida o disolución, cuando se coloca dentro de un recipiente dispuesto sobre un agitador magnético, por lo general en un laboratorio.

El movimiento circular de la barra imantada es impulsado por otro imán o conjunto de electroimanes (es decir, bobinas), ubicados debajo de la superficie sobre la que se apoya la vasija que contiene el líquido y que poseen un movimiento de rotación, cuya velocidad se puede controlar. Puesto que el vidrio no afecta apreciablemente a un campo magnético (es transparente al magnetismo), y la mayoría de reacciones químicas tienen lugar en recipientes de vidrio (vasos de precipitados, matraces Erlenmeyer...), estas barras de agitación magnética funcionan bien en esos recipientes de vidrio.

## 4. NORMATIVA

En el Centro de Biomateriales e Ingeniería Tisular (C.B.I.T.), centro donde se ha desarrollado el presente Trabajo Final de Grado, se sigue el “Manual Básico de Seguridad y Prevención de Riesgos del C.B.I.T.”, en lo que se refiere a la salud, seguridad en el trabajo y protección medioambiental. Este documento está sujeto al “Manual de P.R.L. de la U.P.V.”, así como a toda la normativa vigente.

La normativa aplicada a este proyecto se enmarca en los denominados “de investigación-experimental”, y es la empleada durante todo el trabajo en el laboratorio. Dicha normativa de Seguridad e Higiene en el Trabajo está regulada por el Ministerio de Trabajo e Inmigración.

Se muestra especial interés en el debido cumplimiento de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo, que corresponde a lo estipulado en el B.O.E nº 269 del 10 noviembre de 1995 en referencia a la ley ordinaria de Prevención de Riesgos Laborales, LEY 31/1995.

Como no existe ninguna norma que haga referencia a la manipulación de polímeros naturales en el laboratorio, se recurre a la Ley anterior y se nombra a continuación, los artículos que resultan de especial interés:

- Artículo 134 “Normas para evitar malos olores en el laboratorio”
- Artículo 135 “Sustancias irritantes, tóxicas o infecciosas”

## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

En este apartado se va a describir los materiales y reactivos empleados para la síntesis de redes de copolímero de P(mLLA-co-HEA), así como cada uno de los métodos de obtención de los copolímeros, mostrando el procedimiento de las diferentes técnicas de caracterización puestas en práctica.

### 5.1. Materiales y Reactivos

En este apartado se van a enumerar y caracterizar los materiales y reactivos empleados durante la realización del presente trabajo, indicando las características directamente relacionadas con el uso de los mismos.

#### 5.1.1. L-Lactida

La lactida es el diéster cíclico del ácido láctico ( $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ ), que corresponde con la fórmula de éste ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ). Por la polimerización aniónica se da un ataque nucleofílico de un iniciador con carga negativa sobre el carbonilo, que da como resultado un poliéster lineal (polilactida o poliácido láctico). [12]

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma sólido
- Punto de fusión/congelación: 92 - 94 °C
- Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición: 266 °C a 1.019 hPa
- Inflamabilidad (sólido, gas): el producto no es inflamable
- Densidad relativa: 1,33 g/cm<sup>3</sup> a 20 °C
- Solubilidad en agua: 16,7 g/l a 20,1 °C
- Fórmula:  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$
- Peso molecular : 144,13 g/mol
- No. CAS : 4511-42-6
- No. CE : 224-832-0
- Marca : Sigma - Aldrich
- Nombre comercial: (3S-cis)-3,6-Dimetil-1,4-dioxano-2,5-diona
- Sinónimos : L-Lactide
- Estructura química de la L-Lactida: Véase a continuación la Figura 13.

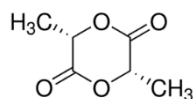


Figura 13 - Estructura química de la L-Lactida

Empleo en reactivos para laboratorio y fabricación de sustancias. [13]

### 5.1.2. Etilhexanoato de estaño

Es un compuesto de estaño. Producido por la reacción del óxido de estaño (II) y el ácido 2-etilhexanoico, que es un líquido de color amarillo a temperatura ambiente. [14]

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma líquido
- Punto de inflamación: 113 °C - copa cerrada
- Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición: 266 °C a 1.019 hPa
- Densidad relativa: 1,251 g/ cm<sup>3</sup> a 25 °C
- Formula: C<sub>16</sub>H<sub>30</sub>O<sub>4</sub>Sn
- Peso molecular : 405,12 g/mol
- No. CAS : 301-10-0
- No. CE : 206-108-6
- Marca : Sigma - Aldrich
- Nombre comercial: Tin(II) 2-ethylhexanoate
- Sinónimos : Stannous octoate / Stannous 2-ethylhexanoate / 2-Ethylhexanoic acidtin(II) salt
- Estructura química del etilhexanoato de estaño: Véase a continuación la Figura 14. [15]

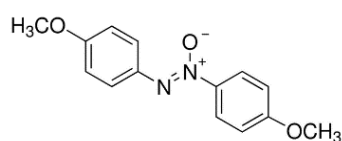


Figura 14 - Estructura química del etilhexanoato de estaño

A veces se usa como un iniciador de la polimerización, así como para la producción de ácido poliláctico. [16]

### 5.1.3. Etilenglicol

El etilenglicol (sinónimos: etanodiol, glicol de etileno, glicol) es un compuesto químico que pertenece al grupo de los dioles. El etilenglicol es un líquido transparente, incoloro, ligeramente espeso como el almíbar y leve sabor dulce. Por estas características organolépticas se suele utilizar distintos colorantes para reconocerlo y así disminuir las intoxicaciones por accidente. A temperatura ambiente es poco volátil, pero puede existir en el aire en forma de vapor. Se fabrica a partir de la hidratación del óxido de etileno (epóxido cancerígeno).

Se utiliza como anticongelante en los circuitos de refrigeración de motores de combustión interna, como difusor del calor, para fabricar compuestos de poliéster, y como disolvente en la industria de la pintura y el plástico. El etilenglicol es también un ingrediente en líquidos para revelar fotografías, fluidos para frenos hidráulicos y en tinturas usadas en almohadillas para estampar, bolígrafos, y talleres de imprenta. [17]

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma líquido  
color: incoloro  
olor: dulzaino
- Densidad: 1,11 g/cm<sup>3</sup>
- Punto de fusión: -13 °C
- Punto de ebullición: (39 hPa) 117 °C
- Punto de inflamación: 111 °C
- Temperatura de ignición: 410 °C
- Presión de vapor: (20°C) 0,053 hPa
- Viscosidad: (20 °C) 21 mPas
- Constante dieléctrica: (25 °C) 37,7
- Cons. de saturación: (20 °C) 0,15 g/m<sup>3</sup>
- Límite de explosión (alto): 12,8 Vol%
- Límite de explosión (bajo): 1,8 Vol%
- Formula: C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>
- Peso molecular : 62,07 g/mol
- No. CAS : 107-21-1
- No. CE : 203-473-3
- Marca : Scharlau
- Nombre comercial: Etilenglicol, purísimo, envasado en plástico (HDPE)
- Sinónimos: 1,2-Etanodiol, Glicol
- Estructura química del etilenglicol: véase a continuación la Figura 15. [18]



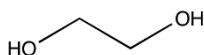


Figura 15 - Estructura química del etilenglicol

#### 5.1.4. Nitrógeno

El Nitrógeno es el mayor componente de nuestra atmósfera (78% en volumen, 75.5% en peso). Es un gas incoloro, inodoro y sin sabor, no tóxico y casi totalmente inerte. A presión atmosférica y temperatura menor a  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ , es un líquido incoloro, un poco más liviano que el agua. Es un gas no inflamable y sin propiedades comburentes. Por su escasa actividad química, es usado como protección inerte contra contaminación atmosférica en muchas aplicaciones en que no se presentan altas temperaturas, sin embargo bajo la influencia de químicos, electricidad o elevadas temperaturas (condiciones especiales), es reactivo, ya que forma compuestos. El Nitrógeno comercial es el producto de la separación del aire por medio de la licuefacción y destilación de éste.

Sus características más importantes son:

- Aspecto: gas incoloro, inodoro e insípido
- Densidad (gas,  $20^{\circ}\text{C}$ , 1 atm): 1,161 g/l
- Solubilidad en agua ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 1 atm):  $2,33\text{ cm}^3\text{ N}_2 / 100\text{ cm}^3\text{ H}_2\text{O}$
- Peso molecular: 28,013 g/mol.
- Fórmula química:  $\text{N}_2$
- Marca: Carbuos Metálicos S.A. (Grupo Air products)
- Nombre comercial: Nitrógeno Técnico (Nitrógeno comprimido, 2.2)
- Estructura química del nitrógeno gas: véase a continuación la Figura 16. [19]

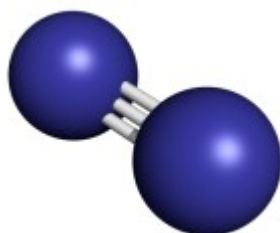


Figura 16 - Estructura del nitrógeno gas ( $\text{N}_2$ )

Este producto se ha utilizado para crear una atmósfera libre de oxígeno y purgar así por completo el sistema para la síntesis de PLLA.

### 5.1.5. Acetato de Etilo Anhidro

El acetato de etilo es un líquido incoloro con olor a frutas, inflamable, menos denso que el agua y ligeramente miscible con ella. Sus vapores son más densos que el aire.

Se obtiene por destilación lenta de una mezcla de ácido acético, alcohol etílico y ácido sulfúrico, o bien, a partir de acetaldehído anhidro en presencia de etóxido de aluminio. Se usa en esencias artificiales de frutas, como disolvente de nitrocelulosa entre otros, barnices y lacas, en la manufactura de piel artificial, películas, placas fotográficas, seda artificial, perfumes y limpiadores de telas, entre otros. [20]

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma líquida, incolora
- Densidad: 0,90 g/cm<sup>3</sup>
- Punto de fusión: -83 °C
- Punto de ebullición: 77 °C
- Punto de inflamación: -4 °C
- Temperatura de ignición: 460 °C
- Presión de vapor: (20°C) 97 hPa
- Índice de refracción: (n 20 °C/D) 1,3723
- Viscosidad: (20 °C) 0,44 mPas
- Momento dipolar: (20 °C) 1,78 Debye
- Constante dieléctrica: (25 °C) 6,0
- Calor de evaporación: (77 °C) 427 KJ/kg
- Cons. de saturación: (20 °C) 336 g/m<sup>3</sup>
- Límite de explosión (alto): 11,5 Vol%
- Límite de explosión (bajo): 2,1 Vol%
- Formula: C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>
- Peso molecular: 88,10 g/mol
- No. CAS : 141-78-6
- No. CE : 205-500-4
- Marca : Scharlau
- Nombre comercial: Etilo acetato, 99,8%, anhidro (máx. 0,005% H<sub>2</sub>O), con tamices moleculares
- Sinónimos: Ácido acético etil éster, Éter acético, Etil acetato anhidro.
- Estructura química del acetato de etilo anhidro: véase a continuación la Figura 17. [21]

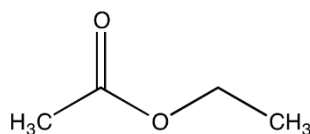


Figura 17 - Estructura química del acetato de etilo anhidro

Se utilizará como disolvente de la reacción durante la síntesis de mPLLA.

#### 5.1.6. Anhídrido Metacrílico

El ácido metacrílico polimeriza fácilmente por calentamiento intenso o presencia de luz, oxígeno, agentes oxidantes (tales como peróxidos), o la presencia de trazas de ácido clorhídrico. Debido a la pequeña presión de vapor de este líquido, se evapora fácilmente, y por encima de 77°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire, por lo que al calentarlo se corre peligro de incendio o explosión. La sustancia se descompone al calentarla intensamente produciendo humos acres.

Al metacrílico se le ha eliminado la humedad (anhídrido).

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma líquido, claro, incoloro
- Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición: 87 °C a 17 hPa
- Punto de Inflamación: 84º C – copa cerrada
- Densidad relativa: 1,035 g/cm<sup>3</sup> a 25 °C
- Formula: C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O<sub>3</sub>
- Peso molecular: 154,16 g/mol
- No. CAS : 760-93-0
- No. CE : 212-084-8
- Marca : Sigma - Aldrich
- Nombre comercial: anhídrido metacrílico
- Estructura química del anhídrido metacrílico: véase a continuación la Figura 18. [22]

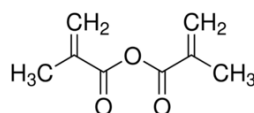


Figura 18 - Estructura química del anhídrido metacrílico

Se utilizará como reactante de la reacción durante la síntesis de mPLLA.

### 5.1.7. Polimetil metacrilato - PMMA

Es utilizado en la industria del automóvil, iluminación, cosméticos, espectáculos, construcción y óptica, entre muchas otras. En el mundo de la medicina se utiliza la resina de polimetil metacrilato para la fabricación de prótesis óseas y dentales y como aditivo en polvo en la formulación de muchas pastillas, que actúa como retardante a la acción del medicamento para que sea progresiva.

En gránulos el acrílico es un material higroscópico, razón por la cual es necesario secarlo antes de procesarlo. El PMMA no es tóxico si está totalmente polimerizado. Su componente el MMA (monómero de metacrilato de metilo) sí lo es en fase líquida.

Es el más transparente de los plásticos y posee una alta resistencia al impacto (unas diez a veinte veces la del vidrio). Resistente también a la intemperie y a los rayos ultravioleta. [23]

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma perlas finas
- Color: blanco
- Olor: típico de metacrilato
- Flash Point: -390 °C
- Temperatura de autoignición: -465 °C
- Propiedades explosivas: Débil a moderadamente explosiva
- Densidad: 1,1 – 1,18 g/ml
- Solubilidad en agua: despreciable
- Clase: 1ª
- Densidad aparente: 0,60 – 0,70 g/ml
- Intervalo de fusión: 150 – 230 °C
- No. CAS : 000094-36-0
- Marca: Lucite International
- Nombre comercial: COLACRYL DP300
- Estructura química del polimetil metacrilato: véase a continuación la Figura 19. [24]

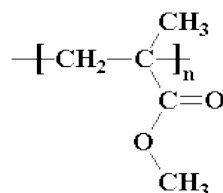


Figura 19 - Estructura química del polimetil metacrilato (PMMA)

Este producto se ha utilizado para la obtención de plantillas de bolas por prensado. Ha sido empleado en el método de obtención de sistemas porosos por uso de porógenos.

#### 5.1.8. Dioxano

El dioxano (más correctamente el 1,4-dioxano, ya que existe también los isómeros 1,2-Dioxano y 1,3-dioxano, que sólo varían en la posición de los átomos de oxígeno) es un éter cíclico con la fórmula  $C_4H_8O_2$  con un esqueleto de 4 átomos de carbono y 2 átomos de oxígeno en posiciones opuestas dentro de un hexágono. El dioxano se utiliza sobre todo como disolvente. Debido a las dos funciones dadores puede disolver algunas sales inorgánicas que facilita su reacción en disolución. Puede ser considerado el éter de corona más sencillo. En condiciones normales se trata de un líquido volátil e incoloro. Es completamente miscible con el agua, etanol y éter. [25]

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma líquida, incolora
- Densidad: 1,03 g/cm<sup>3</sup>
- Punto de fusión: 12 °C
- Punto de ebullición: 101,5 °C
- Punto de inflamación: 11 °C
- Temperatura de ignición: 300 °C
- Presión de vapor: (20°C) 41 hPa
- Viscosidad: (25 °C) 1,2 mPa·s
- Momento dipolar: (20 °C) 0,4 Debye
- Constante dieléctrica: (25 °C) 2,2
- Calor de evaporación: (101 °C) 413 KJ/kg
- Cons. de saturación: (20 °C) 149 g/m<sup>3</sup>
- Límite de explosión (alto): 25,2 Vol%
- Límite de explosión (bajo): 1,7 Vol%
- pH(500 g/l H<sub>2</sub>O, 20 °C) 6 - 8
- Formula:  $C_4H_8O_2$
- Peso molecular: 88,11 g/mol
- No. CAS : 123-91-1
- No. CE : 204-661-8
- Marca : Scharlau
- Nombre comercial: 1,4-Dioxano, purísimo, estabilizado con 2,5 ppm de 2,6-Di-terc-butyl-4-metilfenol (BHT)
- Sinónimos: Glicoletiléter, 1,4-Dietilendióxido, 1,4-Dioxaciclohexano
- Estructura química del dioxano: véase a continuación la Figura 20. [26]

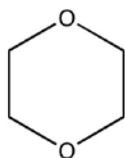


Figura 20 - Estructura química del dioxano

Este producto se ha utilizado como disolvente en el proceso de polimerización de los films de P(mLLA-co-HEA).

#### 5.1.9. Benzoína

La benzoína en condiciones normales es un sólido que presenta como grupos funcionales dos grupos fenilo, un grupo ceto y uno hidroxilo Ph-CH(OH)-C(=O)-Ph. [27]

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma sólido
- Densidad específica: 1,3 g/cm<sup>3</sup>
- Densidad de amontonamiento: 350 kg/m<sup>3</sup>
- Punto de fusión: 132 - 134 °C
- Punto de ebullición: 344 °C
- Punto de inflamación: 182 °C
- Temperatura de ignición: 182 °C
- Presión de vapor: (136 °C) 1,3 hPa
- Formula: C<sub>14</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>
- Peso molecular: 212,25 g/mol
- No. CAS : 119-53-9
- No. CE : 204-331-3
- Marca : Scharlau
- Nombre comercial: Benzoína, para síntesis
- Sinónimos: α-Hidroxi- α -fenilacetofenona
- Estructura química de la benzoína: véase a continuación la Figura 21. [28]

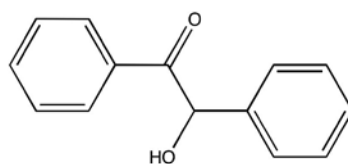


Figura 21 - Estructura química de la benzoína

Este producto se ha utilizado como iniciador de radicales en el proceso de polimerización de los films de P(mLLA-co-HEA).

#### 5.1.10. 2-Hidroxietyl acrilato - HEA

Los ácidos acrílicos y metacrílicos son usualmente utilizados, ambos son muy solubles en agua y presentan una gran tendencia a la autoreticulación. Tienen carácter hidrofílico (afinidad al agua) y buena solubilidad o poder de absorción de agua.

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma líquido
- Punto de fusión/ punto de congelación: <-60 °C
- Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición: 90 - 92 °C
- Punto de Inflamación: 97 °C
- Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos: 1,8 % (V)
- Presión de vapor: < 0,13 hPa a 20 °C
- Densidad relativa: 1,106 g/cm<sup>3</sup>
- Coeficiente de reparto n-octanol/agua: log Pow: -0,21
- Formula: C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>
- Peso molecular: 116,12 g/mol
- No. CAS : 818-61-1
- No. CE : 212-454-9
- Marca : Sigma - Aldrich
- Nombre comercial: Acrilato de 2-hidroxietyl
- Estructura química del 2-hidroxietyl acrilato: véase a continuación la Figura 22. [29]

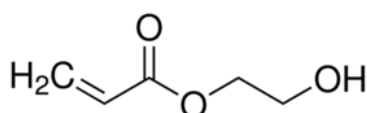


Figura 22 - Estructura química del 2-hidroxietyl acrilato - HEA

Este producto se ha utilizado para la obtención de redes de copolímero de P(mLLA-co-HEA) tanto en film como en scaffolds, aportando a la red cierto grado de hidrofiliidad, dependiendo de la proporción del mismo en el producto copolimerizado.

### 5.1.11. Acetona

La acetona es una sustancia química que también se encuentra de forma natural en el medio ambiente. Es un líquido incoloro de olor y sabor fáciles de distinguir. Se evapora fácilmente, es inflamable y es soluble en agua. También se le conoce como dimetil cetona, 2-propanona y beta-cetopropano. La acetona se usa en la fabricación de plásticos, fibras, medicamentos y otros productos químicos. También se usa para disolver otras sustancias químicas. La acetona es uno de los disolventes generales que más empleo tienen en la técnica industrial y profesional, ya que a sus excelentes propiedades disolventes se une la ausencia de toxicidad. [30]

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma líquido, vapor o sólido dependiendo de la temperatura y presión
- Densidad: 0,79 g/cm<sup>3</sup>
- Punto de fusión: -95 °C
- Punto de ebullición: 56 °C
- Punto de inflamación: <-20 °C
- Temperatura de ignición: 540 °C
- Presión de vapor: (20°C) 233 hPa
- Índice de refracción: (n 20 °C/D) 1,3588
- Viscosidad: (25 °C) 0.31 mPas
- Momento dipolar: (20 °C) 2,7 Debye
- Constante dieléctrica: (25 °C) 20,7
- Calor de evaporación: (56 °C) 521 KJ/kg
- Cons. de saturación: (20 °C) 533 g/m<sup>3</sup>
- Límite de explosión (alto): 13 Vol%
- Límite de explosión (bajo): 2,6 Vol%
- pH(395 g/l H<sub>2</sub>O, 20 °C) 5 - 6
- Formula: C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O
- Peso molecular : 58,08 g/mol
- No. CAS : 67-64-1
- No. CE : 200-662-2
- Marca : Scharlau
- Nombre comercial: Acetona, para síntesis
- Sinónimos: Dimetil cetona, 2-Propanona
- Estructura química de la acetona: véase a continuación la Figura 23. [31]



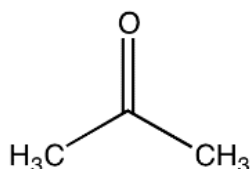


Figura 23 - Estructura química de la acetona

Este reactivo se utiliza tanto para el lavado de material así como para el proceso síntesis de PLLA-diol y de lavado de scaffolds.

#### 5.1.12. Etanol

El compuesto químico etanol, conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78,4 °C.

Mezclable con agua en cualquier proporción; a la concentración de 95% en peso se forma una mezcla azeotrópica. [32]

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma líquido, claro, incoloro
- Densidad: 0,79 g/cm<sup>3</sup>
- Punto de fusión: -114.5 °C
- Punto de ebullición: 78.3 °C
- Punto de inflamación: 12 °C
- Temperatura de ignición: 425 °C
- Presión de vapor: (20°C) 56 hPa
- Viscosidad: (20 °C) 1.2 mPas
- Momento dipolar: (20 °C) 1,7 Debye
- Constante dieléctrica: (25 °C) 24,3
- Calor de evaporación: (78 °C) 855 KJ/kg
- Cons. de saturación: (20 °C) 105 g/m<sup>3</sup>
- Límite de explosión (alto): 15 Vol%
- Límite de explosión (bajo): 3,5 Vol%
- pH(10 g/l H<sub>2</sub>O, 20 °C) 7.0
- Formula: C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH
- Peso molecular : 46,07 g/mol
- No. CAS : 64-17-5
- No. CE : 200-578-6
- Marca : Scharlau

- Nombre comercial: Etanol absoluto, para síntesis
- Sinónimos: Alcohol etílico, Metilcarbinol
- Estructura química del etanol: véase a continuación la Figura 24. [33]

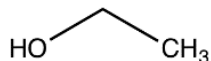


Figura 24 - Estructura química del etanol

Este reactivo se utiliza tanto para el lavado de material incompatible con la acetona como para el proceso de lavado de films.

#### 5.1.13. Bromuro potásico

El bromuro de potasio es una sal de color blanco, higroscópica y soluble en agua y etanol. Su fórmula es KBr. Muy utilizado en el siglo XIX como anticonvulsivo, hoy sólo se emplea con este uso en veterinaria. Tiene aplicaciones también en la industria fotográfica; con la aclaración de que por su estructura iónica puede ocasionar cáncer. También como aderezo en vegetales. Debido a su naturaleza iónica, su solución acuosa es un conductor eléctrico.

Sus características más importantes son:

- Aspecto: forma sólido
- pH 5,0 - 6 a 119 g/l a 25 °C
- Punto de fusión/ punto de congelación: Punto/intervalo de fusión: 734 °C
- Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición: 1435 °C
- Presión de vapor < 0,01 hPa a 20 °C / 1 hPa a 795 °C
- Densidad relativa: 2,750 g/ cm<sup>3</sup> a 25 °C
- Solubilidad en agua 119 g/l a 20 °C - totalmente soluble
- Fórmula: BrK
- Peso molecular : 119,00 g/mol
- No. CAS : 7758-02-3
- No. CE : 231-830-3
- Marca : Sigma – Aldrich
- Nombre comercial: Tin(II) 2-ethylhexanoate [34]

Se utiliza para realizar la prueba del FT-IR (ver 5.4.1.)

#### 5.1.14. Tetrahidrofurano

El tetrahidrofurano es un compuesto orgánico heterocíclico. Es uno de los éteres más polares y se usa como solvente de polaridad intermedia en reacciones químicas. El THF es un solvente dipolar aprótico protofílico (capaz de aceptar protones, dados los pares de electrones no compartidos del átomo de oxígeno que le dan características de base de Lewis). El THF es el análogo completamente hidrogenado del compuesto aromático furano.

El THF es a menudo usado en la ciencia de polímeros. Por ejemplo, puede ser usado para disolver el caucho antes de determinar su masa molecular mediante cromatografía de exclusión por tamaño.

Sus características más importantes son:

- Aspecto: Forma líquido, claro, incoloro
- Punto de fusión/ punto de congelación:  $-108,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición:  $65,0 - 67,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Punto de inflamación:  $-17,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  - copa cerrada
- Límites superior de explosividad:  $11,8\text{ \% (V)}$
- Límites inferior de explosividad:  $1,8\text{ \% (V)}$
- Presión de vapor:  $152,0\text{ hPa a } 15,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  /  $190,7\text{ hPa a } 20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  /  $213,3\text{ hPa a } 25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  /  $373,3\text{ hPa a } 38,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Densidad relativa:  $0,89\text{ g/ cm}^3$  a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Solubilidad en agua: soluble
- Coeficiente de reparto n-octanol/agua:  $\log \text{Pow}: < 1$
- Temperatura de autoinflamación:  $321,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Viscosidad:  $0,512\text{ mm}^2/\text{s}$  a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $0,403\text{ mm}^2/\text{s}$  a  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Formula:  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$
- Peso molecular :  $72,11\text{ g/mol}$
- No. CAS : 109-99-9
- No. CE : 203-726-8
- Marca : INSULAB - PANREAC
- Nombre comercial: Tetrahidrofurano
- Sinónimos: THF
- Estructura química del tetrahidrofurano: véase a continuación la Figura 25. [35]

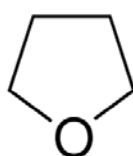


Figura 25 - Estructura química del tetrahidrofurano

Se utiliza para realizar la prueba del G.P.C. (ver 5.4.2.)

## 5.2. Métodos de obtención de macrómero [Poli(L-Láctido)] - mPLLA

El macrómero Poli(L-Láctido) - mPLLA no se distribuye comercialmente, por lo que previamente se ha de sintetizar a partir del Poli(ácido L-láctido diol), que previamente se obtiene de la L-lactida. Comenzaremos este apartado describiendo la síntesis del diol y continuaremos describiendo la síntesis del macrómero.

### 5.2.1. Síntesis de Poli(ácido L-Láctido) diol - PLLA-diol

#### 5.2.1.1. OBJETIVO

La L-lactida (ácido láctico) no es un diol (componente químico que contiene dos grupos hidroxilo (-OH)) sino un anillo, por lo que para poder sintetizar el macrómero PLLA-diol, para después añadirle dobles enlaces y poder posteriormente copolimerizar con HEA, es necesario convertir previamente los monómeros de L-lactida en Poli(ácido L-Láctido) diol (PLLA-diol).

Se podría sintetizar el PLLA-diol con hexanodiol ( $C_6H_{14}O_2$ ) o con etilenglicol ( $C_2H_6O_2$ ), por ejemplo, pero nos decantaremos por este último, debido a que al tener sólo dos carbonos se degradará con mayor rapidez, lo cual es uno de los objetivos a alcanzar.

A pesar de que la síntesis es sencilla, es preciso tomar precauciones, puesto que es muy sensible al cambio de presiones (debe oscilar entre 400-490 mbar).

Se puede apreciar el montaje necesario en la Figura 26:



Figura 26 - Montaje de síntesis de Poli(ácido L-Láctido) diol - PLLA-diol

#### 5.2.1.2. MATERIAL NECESARIO

- Termocupla
- Manta calefactora con termopar
- Baño termostático
- Bomba de vacío (de membrana)
- Desecador en vacío
- Balanza
- Manómetro
- Micro-pipeta automática [100-1000]  $\mu\text{l}$
- Trampa de  $\text{N}_2$
- Matraz de tres bocas (balón de 3 bocas)
- Columna de refrigeración
- Vaso de precipitados aforado
- Matraz de kitasato
- Imán grande y pequeño
- Válvula de dos vías
- Conector de dos vías sin válvula
- Embudo de sólidos
- Embudo de líquidos
- Embudo Büchner (de orificios de diámetro menor)
- Filtro para embudo Büchner x2
- Crisol de teflón
- Recipiente cuadrado
- Placas Petri
- Cuchillas

#### 5.2.1.3. MATERIALES Y REACTIVOS

- Grasa de silicona para Vacío LBSIL – Insulab
- L-Lactide – Sigma Aldrich
- Etilhexanoato de estaño – Sigma Aldrich
- Etilenglicol – Scharlab
- $\text{N}_2$  gas – Carbueros
- Acetona – Scharlab
- Etanol absoluto – Scharlab

#### 5.2.1.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En primer lugar, se pesan 21,45 g de L-lactida sobre el crisol, para seguidamente taparlo por su parte superior con papel de aluminio practicándole unas perforaciones al mismo.

Se introduce el crisol en un desecador en vacío con extracción en continuo hasta secarlo convenientemente.

Se conecta el baño termostático a 60°C y se introduce la L-lactida en el matraz de tres bocas por el embudo de sólidos junto con el imán grande, terminando de preparar el montaje donde se realizará la síntesis.

Es importante comprobar la estanqueidad del sistema para prevenir la humedad mediante atmósfera controlada de N<sub>2</sub>.

Se vierten 414 µl de etilenglicol (iniciador) y 344 µl de etilhexanoato de estaño (catalizador) con ayuda de la micro-pipeta automática por la boca derecha del matraz de tres bocas.

Se sella el sistema mediante la “aguja que proviene del tubo del manómetro” por la boca derecha del matraz de tres bocas, y se procede a inyectar N<sub>2</sub> en el sistema.

Se configura la manta calefactora a 110°C y 250 rpm, y se trata de mantener el sistema lo más establemente posible cubriendo el matraz con papel de aluminio. Una vez alcanzados los 100°C, se deja en funcionamiento durante 1 hora para la correcta fusión del monómero.

Transcurrido el proceso de fusión, se cesa la inyección de N<sub>2</sub> y se aumenta la temperatura de la manta a 180°C manteniendo el sistema a 430 mbar con ayuda de la bomba de vacío durante 5 horas. Véase el proceso en la Figura 27:

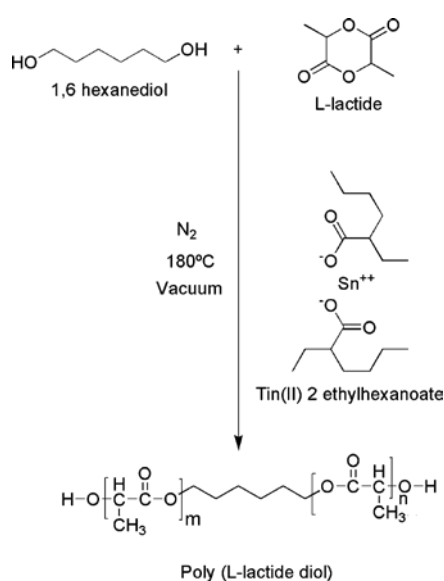


Figura 27 - Esquema del proceso de síntesis del Poli(ácido L-Láctido) diol (PLLA-diol) [36]

Transcurridas las 5 horas, se retira el matraz del sistema, se le añaden 110 ml de acetona para síntesis con ayuda del embudo de líquidos, además del imán pequeño y se deja en agitación continua a temperatura y presión ambiente hasta disolución completa, u “overnight”. Durante este proceso se formará un precipitado de color blanquecino.

Se procede a precipitar la disolución obtenida para que se formen cristales grandes. Precipitará, entre otros factores, por el cambio brusco de temperatura. Para ello, se introduce un vaso de precipitados aforado en un recipiente, rodeando de hielo el vaso de precipitados, y se vierten 600 ml de etanol absoluto frío, precipitando en el mismo el contenido del matraz de tres bocas.

Posteriormente, con ayuda del sistema de filtrado compuesto por bomba de vacío, matraz de kitasato y embudo Büchner con sus respectivos filtros, se procede al filtrado de la disolución, dejando el sistema conectado durante al menos 40 minutos para asegurar el correcto filtrado.

Quedará todo el producto en el filtro, en forma de polvo compactado o apelmazado, aunque también pueden formarse virutas, por lo que se procede a reducir a polvo dichas virutas, procediendo al desecado del producto final, a 60°C (para acelerar el proceso), manteniéndola durante varias horas.

Como se puede apreciar en la Figura 28, el PLLA-diol y el mPLLA tienen el T<sub>g</sub> entorno a unos 40°C, una cristalización (exotérmica) sobre los 95°C y fusión (endotérmica) a unos 130°C, por lo que a 60°C no tendremos problemas de fundido del producto.

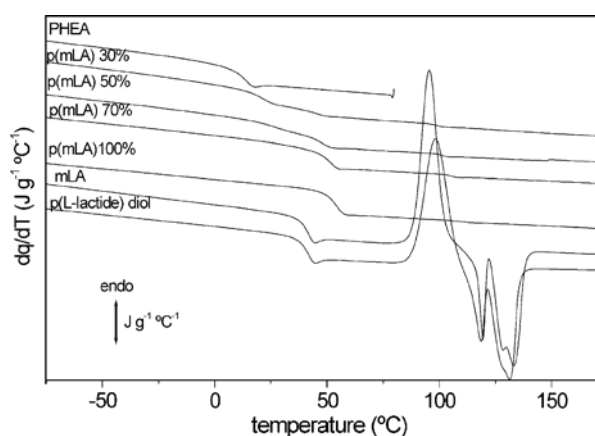


Figura 28 - Termogramas DSC [36]

#### 5.2.1.5. PRUEBAS DE VALIDEZ DEL PRODUCTO OBTENIDO

Para verificar que la síntesis ha tenido éxito y por tanto el producto es válido para continuar con su procesado, se procede a caracterizar el mismo mediante F.T.-I.R. (Ver apartado 5.5.2) y G.P.C. (Ver apartado 5.5.1).

## 5.2.2. Síntesis de macrómero [Poli(L-Láctido)] - mPLLA

### 5.2.2.1. OBJETIVO

El objetivo es modificar los enlaces terminales del PLLA-diol anteriormente sintetizados para añadirles un doble enlace, convirtiéndolos en macrómeros de Poli(L-láctido) (mPLLA).

Se introduce el PLLA-diol en  $C_4H_6O_2$  (anhídrido metacrílico) para enlazar los grupos acrilato en los extremos de las cadenas.

En el grupo hidroxilo  $-OH$  del monómero, uno de los H se sustituye por un anhídrido metacrílico.

El objetivo de esta síntesis es dejar a ambos lados de la cadena PLLA-diol dobles enlaces, de forma que ante un catalizador que abra los mismos obtengamos una cadena con cuatro radicales libres para unirse a otra molécula. Los retículos obtenidos tendrán funcionalidad cuatro.

Véase la Figura 29:

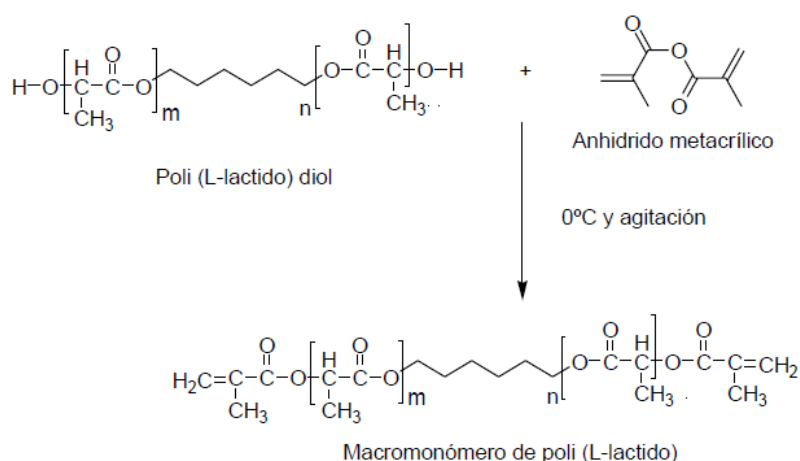


Figura 29 - Proceso de síntesis de macrómero [Poli(L-láctido)] - mPLLA [37]

La síntesis de mPLLA no es sencilla, puesto que el agua inhibe la reacción por lo que hay que purgar el ambiente de humedad completamente, lo que va a dificultar el procedimiento experimental.

Se puede apreciar el montaje necesario en la Figura 30:





Figura 30 - Montaje de síntesis de macrómero [Poli(L-Láctido)] - mPLLA

#### 5.2.2.2. MATERIAL NECESARIO

- Termocupla
- Manta calefactora con termopar
- Baño termostático
- Bomba de vacío (de membrana)
- Desecador en vacío
- Balanza
- Trampa de N<sub>2</sub>
- Matraz de tres bocas (balón de 3 bocas)
- Columna de refrigeración
- Ampolla de compensación (100 ml) con válvula
- Vaso de precipitados aforado (1000 ml)
- Matraz de kitasato
- Imán pequeño
- Cabina pequeña hermética.
- Guantes de butilo
- Jeringuilla de plástico
- Jeringuilla de cristal de 50 ml x2
- Aguja para jeringuilla de 50 ml x2
- Embudo de sólidos
- Embudo Büchner (de orificios de diámetro menor)
- Filtro para embudo Büchner x2

#### 5.2.2.3. MATERIALES Y REACTIVOS

- Grasa de silicona para Vacío LBSIL – Insulab
- Acetato de Etilo Anhidro – Scharlab
- Anhídrido Metacrílico – Sigma Aldrich
- N<sub>2</sub> gas – Carburos Metálicos S.A.
- Etanol absoluto – Scharlab
- Hielo

#### 5.2.2.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se introducen 10,050 g de PLLA-diol y el imán pequeño en el matraz mediante el embudo de sólidos, sellando posteriormente el sistema con la “aguja de burbujeo de N<sub>2</sub>”.

Una vez distribuido el PLLA-diol dentro del matraz uniformemente con ayuda del agitador, se deja el sistema en agitación a 250 rpm sin aplicar calor.

La primera parte de la síntesis se realiza a 0°C, por lo que se procede a introducir el matraz de tres bocas en un recipiente, llenando de hielo el mismo hasta cubrir perfectamente todo el matraz. Asimismo, se procede a abrir el burbujeo de N<sub>2</sub>, dejándolo un mínimo de 30 minutos para dar por válida la atmósfera de nitrógeno en el sistema. Transcurrida la primera hora, se considera que el PLLA-diol se encuentra cercano a 0° y en atmósfera de N<sub>2</sub>.

Se recomienda extremar precauciones para prevenir la entrada de humedad tanto en el frasco de acetato de etilo como en el de anhídrido metacrílico, al igual que en el resto del sistema.

Con la válvula de la ampolla de compensación cerrada, se inyectan 50 ml de acetato de etilo en la ampolla de compensación, procediendo a la apertura repentina su válvula, de modo que se introduzcan rápidamente el acetato de etilo en el matraz, dejándolo de nuevo con la válvula cerrada y en agitación durante 20 minutos para la correcta disolución.

Transcurrido este tiempo, se procede a inyectar en la ampolla de compensación 25 ml de anhídrido metacrílico, introduciéndolos en el matraz mediante la válvula, de modo que se introduzcan en unos 10 minutos de continuo goteo a la par que se agita el contenido del matraz. Una vez inyectado todo el anhídrido metacrílico, se cierra la válvula de la ampolla de compensación de nuevo para mantener el sistema estanco y se prosigue con la agitación durante 50 minutos más.

A continuación se retira el hielo, depositando el matraz sobre la termocupla y a su vez, ésta sobre la manta calefactora. Se procede a conectar el baño termostático configurándolo a 15°C para refrigerar el sistema, y se conecta la manta calefactora a 80°C manteniéndola a esa temperatura durante 5 horas en continua agitación.

El producto transitará gradualmente de un color blanco lechoso a más transparente.

Transcurridas las 5 horas, se apaga la manta, el baño termostático y se cierra el burbujeo de N<sub>2</sub> para proceder a precipitar la disolución obtenida, formándose grandes cristales. Precipitará entre otros factores, por el cambio brusco de temperatura. Para ello, se introduce un vaso de precipitados aforado en un recipiente, rodeando de hielo el vaso de precipitados, y se vierten 600 ml de etanol absoluto frío, precipitando en el mismo el contenido del matraz de tres bocas.

Posteriormente, con ayuda del sistema de filtrado compuesto por bomba de vacío, matraz de kitasato y embudo Büchner con sus respectivos filtros, se procede al filtrado de la disolución, dejando el sistema conectado durante al menos 40 minutos para asegurar el correcto filtrado.

Quedará todo el producto en el filtro, en forma de polvo compactado o apelmazado, aunque también pueden formarse virutas, por lo que se procede a reducir a polvo dichas virutas, procediendo al desecado del producto final, a 60°C (para acelerar el proceso), manteniéndola durante varias horas.

#### *5.2.2.5. PRUEBAS DE VALIDEZ DEL PRODUCTO OBTENIDO*

Para verificar que la síntesis ha tenido éxito y por tanto el producto es válido para continuar con su procesado, se procede a caracterizar el mismo mediante F.T.-I.R. (Ver apartado 5.5.2).

### 5.3. Métodos de obtención de films

En este apartado se describirán los métodos utilizados en la obtención de los films, para su posterior estudio y caracterización.

El proceso se divide en tres fases:

- Preparación de moldes
- Co-polimerización
- Lavado de films
- Obtención de sistemas porosos

#### *5.3.1. Proceso de preparación de moldes para polimerización - films/scaffolds*

##### *5.3.1.1. OBJETIVO*

El marco de teflón es el elemento responsable del espesor del film, por lo que lo confeccionaremos de **1 mm** de espesor (se pretenden films lo más finos posibles).

Se persigue que el conjunto vidrio teflón (molde) sea lo suficientemente hermético como para evitar fugas de producto por los intersticios.

Se puede apreciar el montaje necesario en la Figura 31:



Figura 31 - Montaje de placas para polimerizado de films

#### 5.3.1.2. MATERIAL NECESARIO (POR MOLDE)

- Forro transparente autoadhesivo
- Tijeras
- Placas de vidrio
- Pinzas x6
- Teflón
- Papel

#### 5.3.1.3. MATERIALES Y REACTIVOS

- Etanol absoluto – Scharlab

#### 5.3.1.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El molde quedará delimitado a modo de pared por dos vidrios de 12 x 12 cm.

Tras limpiar ambos vidrios con etanol, se procede al forrado de los mismos con el forro transparente autoadhesivo. Este proceso es delicado, puesto que la superficie del film quedará definida por la del forro, por lo que debemos evitar burbujas de aire y/o arrugas.

Posteriormente se recorta el marco en forma de U, siendo las cotas externas del mismo las de los vidrios (12 X 12 cm) y dejando un cuadrado interior de 8,5 cm de base x 9 cm de altura, dejando la abertura del marco por el lado superior.

Experimentalmente, se ha probado cerrando igualmente la parte superior del marco de teflón, dejando una abertura en forma de canal de 3 mm para la introducción del producto, con muy buenos resultados.

Finalmente, se procede al montaje del molde situando los vidrios de forma que la parte forrada quede hacia la cara interior del molde, quedando la parte sin forrar en el exterior del mismo. Entre ambos vidrios se introduce el marco de teflón con la abertura del mismo en la cara superior, y se sujeta el conjunto con 6 pinzas, 2 por cada lateral y 2 más (las que ejerzan mayor presión) por la parte inferior. Las pinzas no deben cubrir la parte de vidrio sin teflón puesto que impedirían el acceso de la radiación ultra violeta y por tanto, la correcta polimerización de esa zona.

### 5.3.2. *Proceso de copolimerización de films de P(mLLA-co-HEA)*

#### 5.3.2.1. *OBJETIVO*

Con este proceso se procede a polimerizar o copolimerizar (dependiendo de las composiciones) el/los polímeros de modo que se obtenga el film objeto de este estudio.

Se puede apreciar el montaje necesario en la Figura 32:



Figura 32 - Montaje del proceso de copolimerización de films de P(mLLA-co-HEA)

#### 5.3.2.2. *MATERIAL NECESARIO*

- Vaso de precipitados
- Imán
- Jeringuilla de 20 ml
- Filtro de 70  $\mu\text{m}$
- Pipetas de vidrio
- Chupete

- Papel de aluminio
- Cinta adhesiva
- Generador de Ozono
- Balanza
- Pinzas x2
- Estufa UV
- Horno

#### 5.3.2.3. MATERIALES Y REACTIVOS

- Dioxano purísimo – Scharlab
- Benzoína para síntesis – Scharlab
- 2-Hidroxiethyl acrilato – HEA – Sigma Aldrich
- Macrómero Poli(L-Láctido) - mPLLA

#### 5.3.2.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se procede a activar la máquina generadora de ozono 30 minutos antes de comenzar con el proceso.

Una vez equipado el espacio de trabajo con todos los materiales a emplear con el objetivo de contaminar lo mínimo posible, es de obligado cumplimiento equiparse con los E.P.I. tales como máscara de gas, gafas de protección, bata y al menos tres capas de guantes, incluyendo entre ellos los de butilo.

El proceso comienza pesando sobre un tarro, la cantidad necesaria de mPLLA. Posteriormente, se pipetea sobre el mismo tarro la cantidad necesaria de dioxano, añadiendo el imán y dejando agitar el tarro debidamente cerrado hasta su completa disolución.

A continuación, se añade la benzoína necesaria en otro tarro, tapando el mismo y cubriéndolo con papel de aluminio, puesto que la benzoína es muy susceptible de la radiación.

Se procede a filtrar el mPLLA disuelto en dioxano sobre el interior del tarro con benzoína mediante la jeringuilla de 20 ml y el filtro de 70  $\mu\text{m}$ . Introduciendo de nuevo el imán, se tapa el tarro y se mantiene agitando durante 2 minutos.

A continuación, se pipetea la cantidad de HEA necesaria sobre el tarro, volviéndolo a tapar y dejándolo agitar durante 10 minutos más.

Se procede a pipetear el contenido del tarro en el molde, anteriormente preparado, con extremo cuidado de que no queden burbujas en el interior del mismo, dejando libre de producto un centímetro si la parte superior no contiene marco de teflón, o medio en caso contrario, y se procede a cerrar la cara superior del molde con varias capas de cinta adhesiva, dejando el molde listo para su polimerización.

Por último, se introduce el molde en la estufa UV y se mantiene durante un mínimo de 24 h.

Por seguridad se dejará activado el sistema generador de ozono durante 30 minutos tras finalizar la introducción del molde en el horno y la limpieza de la zona de trabajo, antes de apagarlo.

Nota: Transcurridas las 24 horas en el horno UV, se introduce el molde en el horno a 90°C durante 24 horas más para asegurar la completa polimerización del producto.

### *5.3.3. Proceso de lavado de films*

#### *5.3.3.1. OBJETIVO*

Con este proceso se procede a eliminar los restos tras la polimerización, quedando el film preparado para su posterior procesamiento.

#### *5.3.3.2. MATERIAL NECESARIO*

- Matraz redondo
- Estufa
- Bomba de recirculación
- Depósito de agua desionizada
- Acumuladores
- Perlas de cristal
- Abrazadera metálica
- Desecadora en vacío

#### *5.3.3.3. MATERIALES Y REACTIVOS*

- Grasa de silicona para Vacío LBSIL – Insulab
- Etanol absoluto – Scharlab

#### *5.3.3.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL*

Para la realización de este proceso se requiere un montaje consistente en una columna de refrigeración conectada a la tapa del matraz redondo, y a su vez conectada a un circuito cerrado que trasiegue el agua de refrigeración mediante una bomba de recirculación sumergida en una cuba que hace las veces de depósito de agua.

Antes de comenzar, se procede a la limpieza del matraz con etanol, para posteriormente introducir varias perlas de cristal como control de la ebullición, y se procede al llenado con etanol hasta cubrir dos tercios de su capacidad.

A continuación, se sitúa el matraz sobre la estufa, se introduce el film en el interior del mismo, y se procede a tapar el matraz con la columna de refrigeración, asegurando el conjunto con una abrazadera metálica.

En el caso de que el film estuviera fisurado en varias partes o fuese muy viscoso/frágil, se recomienda introducir el mismo en una bolsa de nylon, de modo que los trozos de film queden confinados en su interior, pudiendo igualmente expulsar el sobrante.

Se procede a poner en marcha la bomba de recirculación, la estufa calefactora, y se mantiene lavando durante 24 horas. Durante este tiempo se debe controlar la temperatura del agua de refrigeración, cambiando los acumuladores de la cuba.

Transcurrido ese tiempo, se procede a repetir el protocolo dos veces más, para asegurar que el film deja de expulsar residuos.

Finalizado el proceso de lavado se procede a introducir el film entre dos láminas de teflón atadas entre sí, para evitar que se arrugue durante el proceso de desecado, y el conjunto en la desecadora de vacío a 60°C (para acelerar el proceso), manteniéndola en esas condiciones durante al menos tres días, hasta obtener su peso seco.

#### *5.3.4. Obtención de sistemas porosos mediante films*

##### *5.3.4.1. OBJETIVO*

Con este proceso se pretende alcanzar el tamaño máximo de poro inherente al film, hinchando el mismo con dioxano, para posteriormente tratar de conservar en la medida de lo posible los poros abiertos (no colapsados), mediante el intercambio paulatino y lento de dioxano por H<sub>2</sub>O, de modo que el H<sub>2</sub>O ocupe el espacio anteriormente relleno por el dioxano.

##### *5.3.4.2. MATERIAL NECESARIO*

- Jeringuilla
- Vaso de precipitados
- Tarro de vidrio
- Gotero con vía y dosificador
- Agitador de vaivén
- Liofilizadora



### 5.3.4.3. MATERIALES Y REACTIVOS

- Dioxano purísimo – Scharlab
- Agua desionizada

### 5.3.4.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Previamente a la realización de este sencillo proceso es necesario disponer de los valores de las masas de las respectivas muestras en su último día de desecado. Estos valores serán considerados como “masa inicial o masa en seco”.

Se procede a introducir en un tarro con dioxano durante dos días (tiempo en el que se ha estimado que las muestras han llegado a su hinchado de equilibrio).

Transcurrido este tiempo se procede a calcular el equilibrio de hinchado en hidrogel:

Para conocer la fracción másica de solvente respecto a la masa hinchada  $\omega$  [%] se calcula según la Ecuación 2:

$$\omega [\%] = \frac{\text{masa solvente}}{\text{masa seca} + \text{masa solvente}} \cdot 100 = \frac{\text{masa hinchado} - \text{masa seca}}{\text{masa hinchado}} \cdot 100$$

*Ecuación 2*

Para conocer la fracción másica de solvente respecto a la masa seca  $w$  [%] se calcula según la Ecuación 3:

$$w [\%] = \frac{\text{masa solvente}}{\text{masa seca}} \cdot 100 = \frac{\text{masa hinchado} - \text{masa seca}}{\text{masa seca}} \cdot 100$$

*Ecuación 3*

El ensayo se realizará sobre el mayor número de muestras posibles, siendo deseable siempre que sea posible 5 o más muestras del objeto de estudio.

Posteriormente se procederá a calcular la media y la desviación típica de los datos obtenidos en los cálculos, obteniendo así el valor de la capacidad de hinchado de los polímeros estudiados.

A continuación, se procede al intercambio de solvente a H<sub>2</sub>O:

Partiendo de 10 ml de dioxano (solvente), se añade H<sub>2</sub>O hasta igualar el volumen de dioxano o lo que es lo mismo, se añaden 10 ml de H<sub>2</sub>O a razón de 5 ml/h durante 2 horas. Posteriormente se triplica la cantidad inicial de H<sub>2</sub>O con H<sub>2</sub>O a razón de 10 ml/h durante 2 horas; se añaden 40 ml de H<sub>2</sub>O extrayendo 40 ml de disolución a razón de 10 ml/h durante 4 horas extrayendo 5 ml del recipiente cada 30 minutos y por último se añade H<sub>2</sub>O en exceso; 20 ml a razón de 20 ml/h durante 1 hora.

Para finalizar, se introduce el film en H<sub>2</sub>O durante 24 horas y posteriormente se procede a su liofilizado, con el fin de mantener la estructura porosa obtenida tras el intercambio de solvente. De lo contrario, debido al carácter hidrófobo del material, la estructura tendería a expulsar el H<sub>2</sub>O colapsando.

Para el correcto liofilizado de las muestras, tras permanecer las mismas 24 horas en H<sub>2</sub>O, se introducen en el congelador a -80°C y posteriormente se procede al liofilizado a [0.6-3] mbar y -80°C.

#### 5.4. Métodos de obtención de scaffolds

En este apartado se describirán los métodos utilizados en la obtención de los scaffolds (materiales porosos) mediante el empleo de porógenos, para su posterior estudio y caracterización.

El proceso se divide en tres fases:

- Preparación de plantillas de esferas de porógeno
- Co-polimerización
- Lavado de scaffolds

##### 5.4.1. Proceso de preparación de plantillas de esferas para síntesis de scaffolds - PMMA

###### 5.4.1.1. OBJETIVO

El siguiente proceso se aplica a la fabricación de plantillas de micro esferas con diferentes grados de compactación, que posteriormente se emplearán como porógenos en la obtención de scaffolds mediante el proceso de polimerización y posterior lavado de plantillas.

Se pueden apreciar el molde para la elaboración de plantillas así como los controles de mando de la prensa en la Figura 32:



Figura 33 - Molde para la elaboración de plantillas y controles de mando de la prensa

#### 5.4.1.2. MATERIAL NECESARIO

- Prensa automática
- Molde de acero inoxidable (14x18 cm y 10.5 cm de espesor)
- Placas de acero y cobre ([1-4] mm de espesor)
- Destornillador
- Cepillo
- Rasqueta
- Cronómetro
- Micrómetro
- Cuchilla
- Lija gruesa y lija fina

#### 5.4.1.3. MATERIALES Y REACTIVOS

- Micro esferas de Polimetacrilato de metilo (PMMA) – COLACRYL DP300 ; Lucite International

#### 5.4.1.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para realizar este proceso es obligatorio el uso de máscara con protección de partículas ya que se manejan tamaños muy pequeños de monómeros, además de que equiparse con guantes, gafas de seguridad y bata.

Se procede a programar la prensa para la prensada, temperatura y presión, calentando los platos inferior y superior de la misma hasta la temperatura requerida, aproximando los platos a 1 cm el uno del otro para lograr un calentamiento más rápido, mientras se procede a preparar el molde.

Para la preparación del molde, se introducen las dos placas metálicas de 3 mm cada una en su interior, para posteriormente introducir las micro esferas de PMMA, y con la ayuda de una placa de menor espesor (1mm) se procede a enrasar/homogenizar la superficie de manera que quede plana, o en caso de ser la segunda o tercera prensada, se introduce la plantilla. Posteriormente, se procede a colocar encima con suma precaución (para evitar que las esferas se salgan del molde), la placa metálica que varía de espesor dependiendo de la prensada realizada.

Por último, se coloca la tapa del molde para cubrirlo (procediendo igualmente con sumo cuidado para evitar que el conjunto se mueva y por tanto, al comprimirla no se ejerza la misma presión sobre toda la plantilla, deformándose esta).

Véase la Figura 34:



Figura 34 - Croquis de capas para el molde de plantillas de PMMA

Una vez alcanzada la temperatura objetivo, se separan los platos, colocando el molde en la prensa, y se procede a subir el pistón hasta lograr que el molde toque con el plato superior pero sin que ejerza ninguna presión. Esto provoca un pequeño descenso de la temperatura, más acusado en el plato superior, por lo que se establece un tiempo de PRECALENTAMIENTO. Es vital no excederlo para evitar que la plantilla colapse.

Pasado este tiempo, se aplica la presión programada y comienza el ciclo de COMPRESIÓN, y una vez terminado el mismo, comienza el ciclo de ENFRIAMIENTO a menor presión [40-55 bar], donde se considera que ha terminado cuando la temperatura baje hasta la temperatura programada [50°C].

Pasado el ciclo de enfriamiento se abren los platos y se procede a extraer el molde de la prensa, para posteriormente extraer la plantilla de su interior y proceder a realizar las diferentes mediciones de espesor (10 medidas) con ayuda del micrómetro.

Se vuelve a comenzar el protocolo para realizar la segunda y tercera prensada.

En la Tabla 2 se resumen las configuraciones/espesores requeridos para cada montaje:

Tabla 2 - Resumen de las configuraciones/espesores requeridos para cada montaje - Prensa de platos calientes

PRIMERA PRENSADA:		SEGUNDA PRENSADA:	TERCERA PRENSADA:
Temperatura [°C]:	150	150	140
Presión [bar]:	100	100	200
Placas [mm]: 3, 3, PMMA, 1		Placas [mm]: 3, 3, Plantilla, 1'5	Placas [mm]: 3, 3, Plantilla, 2
Pre calentamiento [minutos]	5	1	1
Tiempo prensado [minutos]	8	4	20 [segundos]
Temperatura enfriamiento [°C]	50		
Presión enfriamiento [bar]	40 - 55		

Se requiere una compresión comprendida entre [20,25] [%]; ésta se calcula según la Ecuación 4:

$$\text{Compresión [\%]} = 100 - \frac{\text{media de la tercera pensada} \cdot 100}{\text{media de la primera pensada}}$$

Ecuación 4

Para finalizar, una vez validada la plantilla mediante el cálculo de su compresión y a ser posible, observando la misma en el microscopio óptico, se procede al corte con las dimensiones del scaffold deseado, y al lijado de la misma, eliminando de este modo la capa exterior, y por consiguiente, permitiendo la entrada de monómero durante el proceso de polimerización.

#### 5.4.1.5. PRUEBAS DE VALIDEZ DE LA PLANTILLA OBTENIDA

Para verificar la validez de la plantilla, se procede al cálculo de su compresión, así como a visualizar la misma en el microscopio óptico (Ver apartado 5.5.3) y en caso de disponer del equipo, en el SEM (Ver apartado 5.5.7).

#### 5.4.2. Proceso de copolimerización de scaffolds de P(mLLA-co-HEA)

##### 5.4.2.1. OBJETIVO

Con este proceso se procede a polimerizar o copolimerizar (dependiendo de las composiciones) el/los polímeros de modo que se obtenga el scaffold objeto de este estudio.

#### 5.4.2.2. MATERIAL NECESARIO

- Vaso de precipitados
- Imán
- Jeringuilla de 20 ml
- Filtro de 70  $\mu\text{m}$
- Pipetas de vidrio
- Chupete
- Papel de aluminio
- Cinta adhesiva
- Generador de Ozono
- Balanza
- Pinzas x2
- Placa petri de cristal
- Estufa UV
- Horno
- Cuchilla / Bisturí

#### 5.4.2.3. MATERIALES Y REACTIVOS

- Dioxano purísimo – Scharlab
- Benzoína para síntesis – Scharlab
- 2-Hidroxietil acrilato – HEA – Sigma Aldrich

#### 5.4.2.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Previamente a la realización del proceso, se ha de preparar un molde por scaffold, siguiendo el protocolo del apartado 5.3.1., aunque en este caso, el molde debe disponer de varios marcos de teflón, de modo que quede un espesor en el molde de 6 mm (6 marcos de 1 mm).

Se procede a activar la máquina generadora de ozono 30 minutos antes de comenzar con el proceso.

Básicamente el proceso de preparación de la disolución es el mismo que el descrito en el apartado 5.3.2., adaptando las cantidades para obtener 10 ml de disolución.

Tras la obtención de la disolución, se procede a pipetear la misma sobre la plantilla de micro esferas, de forma que ésta se empape completamente, repitiendo el proceso por ambas caras, y bañando la plantilla en el monómero para asegurar la máxima absorción.

A continuación, se introduce la plantilla en el interior del molde, de modo que apoye únicamente sobre los cristales con los cantos (mínima superficie de la plantilla en contacto con el molde), y se procede a cerrar la cara superior del molde con varias capas de cinta adhesiva.

Por último, se introduce el molde en la estufa UV y se mantiene durante un mínimo de 24 h.

Por seguridad se dejará activado el sistema generador de ozono durante 30 minutos tras finalizar la introducción del molde en el horno y la limpieza de la zona de trabajo, antes de apagarlo.

Nota: Transcurridas las 24 horas en el horno UV, se introduce el molde en el horno a 90°C durante 24 horas más para asegurar la completa polimerización del producto.

Transcurridas las 24 horas en el horno, se procede al lijado de las capas superficiales de la plantilla.

### 5.4.3. Proceso de lavado de scaffolds

#### 5.4.3.1. OBJETIVO

Mediante este proceso se procede a eliminar los restos de monómero tras la polimerización, así como a disolver la plantilla, dejando el hidrogel con la estructura porosa objetivo.

Se puede apreciar el proceso en la Figura 35:

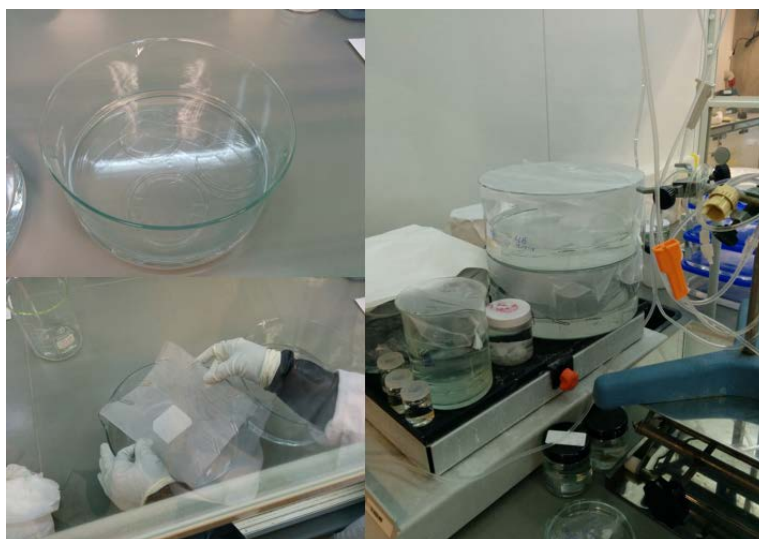


Figura 35 - Proceso de lavado de scaffolds

#### 5.4.3.2. MATERIAL NECESARIO

- Jeringuilla
- Vaso de precipitados
- Cristalizador
- Gotero con vía y dosificador
- Agitador de vaivén
- Placas petri fisuradas
- Liofilizadora

#### 5.4.3.3. MATERIALES Y REACTIVOS

- Acetona – Scharlab
- Agua desionizada

#### 5.4.3.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En este proceso se recomienda introducir plantilla en una bolsa de nylon, de modo que la misma quede confinada en su interior, pudiendo igualmente expulsar el sobrante de monómero así como el porógeno que contiene.

Se procede a introducir en el cristizador dos placas petri fisuradas a modo de soporte, de forma que el PMMA disuelto se asiente sobre la base del cristizador, y posteriormente se procede al llenado del mismo con acetona hasta cubrir dos tercios de su capacidad.

Posteriormente, se introduce la bolsa de nylon en el interior del cristizador, y se mantiene sobre el agitador de vaivén durante 24 horas, repitiendo este proceso durante al menos tres días (cambiando la acetona), hasta que el scaffold deje de expulsar porógeno.

A continuación, se procede al intercambio de solvente a H<sub>2</sub>O:

Partiendo de 300 ml de acetona (solvente), se añade H<sub>2</sub>O hasta triplicar el volumen de acetona o lo que es lo mismo, se añaden 900 ml de H<sub>2</sub>O a razón de 50 ml/h durante 12 horas y continuando a razón de 80 ml/h durante 3.75 horas. Posteriormente se añaden 900 ml de H<sub>2</sub>O extrayendo 900 ml de disolución a razón de 200 ml/h durante 4.5 horas, extrayendo 100 ml del recipiente cada 30 minutos y por último se añade H<sub>2</sub>O en exceso; 200 ml a razón de 200 ml/h durante 1 hora.

Para finalizar, se introduce el scaffold en H<sub>2</sub>O durante 24 horas y posteriormente se procede a su liofilizado, con el fin de mantener la estructura porosa obtenida tras el intercambio de solvente. De lo contrario, debido al carácter hidrófobo del material, la estructura tendería a expulsar el H<sub>2</sub>O colapsando.

Para el correcto liofilizado de las muestras, tras permanecer las mismas 24 horas en H<sub>2</sub>O, se introducen en el congelador a -80°C y posteriormente se procede al liofilizado a [0.6-3] mbar y -80°C.

### 5.5. Técnicas de caracterización

En este apartado se procede a describir el procedimiento experimental (protocolo) seguido para la caracterización del material, según las distintas técnicas.



### 5.5.1. Cromatografía de permeabilidad en gel (G.P.C.)

#### UTENSILIOS NECESARIOS PARA PREPARAR LA MUESTRA:

- Vial para muestras con tapón roscado
- Filtro de nylon de 0.45 $\mu$ m para el vial para muestras
- Parafilm
- Balanza
- Cucharita
- Jeringa de plástico [1 ml]
- Vaso de precipitados pequeño
- Bolsa zip x3
- Agitador de vaivén
- Equipo G.P.C.: Waters 1525, 2707, 2414 + PC

#### MATERIALES Y REACTIVOS:

- Tetrahidrofurano (THF) – Sigma Aldrich

#### PROCEDIMIENTO PARA PREPARAR LA MUESTRA:

Se procede a introducir en un vial para muestras 0,01 g de la muestra a analizar, procediendo posteriormente a filtrar 2 ml de THF sobre el mismo vial. Finalmente se tapa y precinta convenientemente el vial, y se mantiene en vertical sobre el equipo de agitación de vaivén “overnight”.

Al finalizar la preparación de la muestra, se monta sobre el equipo para su posterior caracterización.

#### PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN ENSAYO:

El técnico de laboratorio encargado del aparato procederá a la comparación de patrones para verificar el correcto calibrado del equipo, y posteriormente a la realización del ensayo.

#### PROCESAMIENTO DE DATOS:

Los ensayos realizados quedan registrados en la memoria del ordenador, pudiendo exportarse en formato CSV (comma separated values) para su posterior análisis mediante software de cálculo como bien pueda ser Microsoft Excel, por poner un ejemplo.

Es posible obtener distintos tipos de datos, como peso molecular promedio, tanto en peso como en número, así como el índice de polidispersión.

### 5.5.2. Infrarrojos por transformada de Fourier (F.T. – I.R.)

Para realizar el análisis de F.T.-I.R. se ha utilizado el equipo Espectrofotómetro Infrarrojo Thermo Nicolet Nexus FT-IR (Thermo Electron Corporation) junto a un ordenador, encargado del manejo del equipo y de la adquisición y manejo de los datos obtenidos.

Esta prueba está destinada a comprobar de una manera cualitativa si el monómero y/o macrómero conseguido a través de la síntesis realizada es el que esperamos. Esta comprobación se realiza observando sus dobles enlaces a través de la transmitancia del producto.

El equipo se puede utilizar tanto para polvo como para film, por lo que se adjuntan sendos protocolos.

#### **PRUEBA PARA POLVO:**

Se realiza con un material de referencia como el Bromuro Potásico.

#### *UTENSILIOS NECESARIOS PARA PREPARAR LA MUESTRA:*

- Placa Petri pequeña de plástico x 2
- Equipo FT-IR: Nicolet NEXUS FT-IR (Thermo Electron Corporation) + PC
- Accesorio para ensayo de polvo (SMART DIFFUSE REFLECTANCE) con soportes
- Cepillo
- Varilla
- Mortero cerámico
- Bolsa zip de reducidas dimensiones

#### *CÁLCULOS PREVIOS:*

Como se trata de una muestra orgánica (compuesta por C, H, O), la proporción necesaria es:

- 10% de muestra
- 90% de matiz de Bromuro potásico (K-Br)

#### *PROCEDIMIENTO:*

El accesorio para test de polvo dispone de un soporte rectangular con espejo que se emplea para calibrar el equipo. Asimismo, dispone de un soporte rectangular con dos huecos, el más cercano al asa o mango del soporte es en el que se coloca el material de referencia (Bromuro potásico). El más alejado del asa o mango está destinado a depositar el material de "muestra", en el caso de este proyecto, PLLA-diol o mPLLA obtenidos de las respectivas síntesis.

En el ordenador, mediante el software "OMNIC" se procede a la calibración del equipo, introduciendo el soporte destinado a tal efecto.

Posteriormente se procede a preparar el negativo (material de referencia):

Se introduce el K-Br en el mortero cerámico y se muelen, introduciéndolos posteriormente en el orificio del soporte más cercano al asa o mango, y enrasando finalmente con la ayuda de una espátula para que quede perfectamente cubierto y nivelado.

Asimismo se procede a la preparación de la muestra, introduciendo en el mortero la muestra y el K-Br correspondiente, procediendo a su molienda. Se introduce la mezcla molida en el orificio del soporte más lejano al asa o mango enrasando y se procede a limpiar el soporte del resto de polvos con ayuda del cepillo y se introduce con cuidado hasta el segundo tope (véase la Figura 36).



Figura 36 - Molienda y portamuestras - F.T.-I.R.

En el ordenador, mediante el software “OMNIC” se procede a la caracterización:

Se selecciona el accesorio: Smart Diffuse Reflectance Accessory y se procede a configurar el equipo de adquisición:

- Nº scans: 128
- Resolution: 4, (si se viese mucho ruido, se cambia a 8)
- Fina format: %Transmittance
- Correction: None

Inicialmente se procede a la adquisición de datos de referencia, para posteriormente proceder a la adquisición de datos de la muestra.

#### *PROCESAMIENTO DE DATOS:*

Ver último apartado del protocolo (es común para polvos y film)

**PRUEBA PARA FILM:***UTENSILIOS NECESARIOS PARA PREPARAR LA MUESTRA:*

- Papel de aluminio
- Equipo FT-IR: Nicolet NEXUS FT-IR (Thermo Electron Corporation) + PC
- Accesorio para ensayo de polvo (SMART MULTI-BOUNCE HATR ACCESSORY).

*PROCEDIMIENTO:*

Se dispone el papel de aluminio sobre el soporte para films del equipo.

En el ordenador, mediante el software "OMNIC" se procede a la caracterización:

Se selecciona el accesorio: SMART MULTI-BOUNCE HATR ACCESSORY y se procede a configurar el equipo de adquisición:

- Nº scans: 128
- Resolution: 8
- Fina format: %Transmittance
- Correction: ATR

Inicialmente se procede a la adquisición de datos de referencia, para posteriormente proceder a la adquisición de datos de la muestra, retirando el papel de aluminio e introduciendo la muestra de film en el soporte, para posteriormente volver a cubrirla de nuevo.

*PROCESAMIENTO DE DATOS (polvo y film):*

Se procede a normalizar la escala, para poder comparar distintos espectros, y posteriormente se procede a eliminar los espectros no normalizados, así como los backgrounds, después de comprobar que no hay discrepancias entre backgrounds (caso de haberlos añadido a la ventana).

*5.5.3. Microscopio óptico*

Este equipo lo emplearemos para validar las plantillas de PMMA confeccionadas en la prensa.

Visualización de muestras y toma de imágenes con el microscopio óptico Nikon Eclipse E600:

El aparato está convenientemente ajustado y configurado, en cuanto a software se refiere por el técnico de laboratorio encargado del mismo, por lo que no requiere de ajustes para el uso del mismo.

La visualización de las muestras puede realizarse por medio de los binoculares del microscopio, o en el ordenador a través de la cámara digital. Para poder observar las imágenes en el ordenador es necesario haberlas ajustado y enfocado previamente en el microscopio.

Para la visualización de las muestras con el microscopio óptico hay que escoger el tipo de microscopía (transmisión o reflexión), colocar la muestra en una placa petri o un portaobjetos con ayuda de unas pinzas para no contaminarla, enfocar la muestra comenzando siempre con el objetivo de menos aumentos moviendo los mandos micro y macro hasta conseguir el correcto enfoque de la muestra, regular los tubos oculares así como la distancia interpupilar y, por último, ajustar el color y brillo de la imagen.

#### *5.5.4. Resonancia magnética nuclear de protón (H-R.M.N.)*

Para realizar el análisis de H-R.M.N. se ha procedido a disolver tanto las dos series de PLLA-diol como las de mPLLA en cloroformo deuterado, de forma al referenciar el mismo en el equipo de R.M.N., el disolvente no superpusiera su espectro al de las muestras caracterizadas.

Una vez preparados los tubos de ensayo (Figura 37) con las muestras ya disueltas, el técnico de laboratorio procede a cargar los mismos en el equipo para realizar la caracterización.

Una vez obtenidas las gráficas, se procederá a comparar las mismas y extraer conclusiones.



*Figura 37 - Tubos de ensayo normalizados para H-R.M.N.*

#### *5.5.5. Capacidad de hinchado del sistema / Porosidad*

Previamente a la realización de este sencillo estudio es necesario disponer de los valores de las masas de las respectivas muestras en su último día de desecado. Estos valores serán considerados como "masa inicial o masa en seco".

Disponemos de dos tipos de muestras: una porosa (scaffold liofilizado) y otra no porosa (film desecado).

Una vez se dispone del valor de la “masa en seco” de ambas, se colocan en un vial con H<sub>2</sub>O desionizada durante dos días (tiempo en el que se ha estimado que las muestras han llegado a su hinchado de equilibrio, o lo que es lo mismo, han absorbido toda el H<sub>2</sub>O que pueden absorber).

Nota: Debido a la porosidad de las muestras, para que el H<sub>2</sub>O entre en su interior, se ha de tapar el vial que las contiene y extraer el aire con ayuda de una jeringa, de modo que la muestra se decante sobre el fondo del recipiente (no contiene aire).

Transcurrido este tiempo se extraen del vial, se les retira la lámina de H<sub>2</sub>O superficial con ayuda de papel no excesivamente absorbente e instantáneamente se pesan.

Este valor será el valor de la masa hinchada en H<sub>2</sub>O.

Para conocer la fracción másica de solvente respecto a la masa hinchada  $\omega$  [%] se calcula según la Ecuación 2.

Para conocer la fracción másica de solvente respecto a la masa seca  $w$  [%] se calcula según la Ecuación 3.

El ensayo se realizará sobre el mayor número de muestras posibles, siendo deseable siempre que sea posible 5 o más muestras del objeto de estudio.

Por último se calculará la media y la desviación típica de los datos obtenidos en los cálculos, obteniendo así el valor de la capacidad de hinchado de los polímeros estudiados.

#### **POROSIDAD:**

Se procederá al cálculo de la porosidad, mediante la Ecuación 5:

$$\pi [\%] = \frac{v.p}{v.t} = \frac{v.p}{v.p + v.m} = \frac{m.a/\rho.a}{m.a/\rho.a + m.m/\rho.m} = \frac{m.h - (m.m - wf \cdot m.m)/\rho.a}{m.h - (m.m - w \cdot m.m)/\rho.a + m.m/\rho.m}$$

*Ecuación 5*

Siendo:

- v.p [m<sup>3</sup>]: volumen de los poros
- v.t [m<sup>3</sup>]: volumen total
- v.m [m<sup>3</sup>]: volumen de la muestra
- m.a [kg]: masa de agua en los poros
- m.m [kg]: masa de la muestra en seco
- m.h [kg]: masa de la muestra hinchada en agua
- $\rho.a$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad del agua
- $\rho.m$  [kg/m<sup>3</sup>]: densidad de la muestra para la relación estudiada
- wf [%]: fracción másica de solvente respecto a la masa seca del film de la misma relación.

### 5.5.6. Ensayo a compresión/tracción

#### **COMPRESIÓN:**

Los ensayos a compresión para las composiciones de P(mLLA-co-HEA) 100/0, 90/10 y 70/30 se han realizado mediante el equipo Microtest SCM 3000 9S.

Los ensayos a compresión para la relación de P(mLLA-co-HEA) 0/100 se han realizado mediante el equipo T.M.A.

Las muestras se han mantenido en inmersión antes de los ensayos de compresión. Esto implica que se han mantenido sumergidas en H<sub>2</sub>O el tiempo suficiente para su hinchado hasta equilibrio (ver apartado 5.5.5).

#### PROCEDIMIENTO PARA ENSAYO A COMPRESIÓN NO CONFINADA EN INMERSIÓN EN H<sub>2</sub>O EN EQUIPO MICROTEST:

El equipo dispone exclusivamente del botón de encendido, la seta de apagado de emergencia del motor y el joystick (dos botones para mover el tornillo sin fin en una dirección de rotación u otra) como pulsadores físicos.

Antes de comenzar el ensayo, se procede a encender el equipo para posteriormente controlar el mismo mediante el software “Panel de control” de Microtest.

Debido a la sencillez de los ensayos a realizar, se ha optado por el modo manual.

Se procede a la configuración del software con las siguientes consignas:

- Ruta de ficheros para guardar los ensayos...
- Ensayo individual
- Compresión.
- Finde rampa [mm]: Posición; Introduciendo el valor del espesor de la muestra.
- Velocidad
- Estado servocontrol: Posición – mm
- Ensayo: Nombre\_Fecha\_Nº

Dependiendo del proceso realizado (montaje/desmontaje, aproximación, ensayo), se configura una velocidad de 100, 10 o 1 mm/min, activando el husillo mediante el joystick.

Inicialmente se procede al cambio de mordazas, instalando las adecuadas para el ensayo mediante la herramienta preparada para tal fin. Una vez instaladas las mordazas y anclado sobre la mordaza superior el pistón de compresión lo más centrado posible (véase la Figura 38), procedemos con el ensayo.



*Figura 38 - Montaje del pistón de compresión en Microtest*

Del film se procede a extraer una muestra de 5 mm de diámetro mediante troquelado. Posteriormente, se mide con un micrómetro el espesor de la muestra, el cual será nuestro valor para consignar en el avance (fin de rampa), y se introduce la muestra sobre el porta muestras lo más centrada posible, y lo anclamos sobre la mordaza inferior, de modo que quede centrado respecto al pistón de compresión.

Se aproximan las mordazas a una velocidad de 100 mm/min, hasta que queden unos 2 mm para comprimir la muestra, y posteriormente se procede a cambiar la velocidad de avance a 10 mm/min, poniendo a cero el contador de fuerza y posición para proceder a aproximar con cuidado las mordazas hasta que la pantalla indique una fuerza de -0.017 N estables, o lo que es lo mismo, contacto sin apenas presión.

Posteriormente, se procede a consignar el fin de rampa y la velocidad de avance a 1 mm/min, se añade H<sub>2</sub>O en el interior del porta muestras para sumergir la muestra, y se procede con el ensayo.

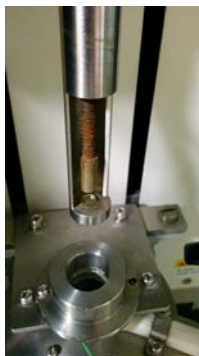
Por último, se extrae la muestra para volver a medir su espesor mediante el micrómetro. De este modo, se observará tanto el efecto de la presión sobre la muestra como la capacidad de recuperación de la misma.

#### PROCEDIMIENTO PARA ENSAYO A COMPRESIÓN NO CONFINADA EN INMERSIÓN EN H<sub>2</sub>O EN EQUIPO T.M.A.:

Inicialmente se procede al cambio de vástago, instalando el adecuado para el ensayo. Se procede al montaje de la cápsula de inmersión en su soporte. Por último, se inicializa el equipo mediante el software que lo controla.

Del film se procede a extraer una muestra de 5 mm de diámetro mediante troquelado. Posteriormente, se mide con un micrómetro el espesor de la muestra y se introduce la misma sobre el porta muestras lo más centrada posible (véase la Figura 39).





*Figura 39 - Introducción de la muestra en T.M.A.*

Se toma la medida del espesor de la muestra mediante el equipo, y se procede a calcular el tiempo necesario para comprimir la muestra para el espesor dado, configurando finalmente el software para el ensayo a temperatura ambiente, indicando el final del ensayo mediante el tiempo calculado.

Una vez sumergida la muestra en la cápsula de inmersión, comienza el ensayo.

Una vez finalizado el mismo, se extrae la muestra para volver a medir su espesor mediante el micrómetro. De este modo, se observará tanto el efecto de la presión sobre la muestra como la capacidad de recuperación de la misma.

#### **TRACCIÓN:**

Los ensayos a tracción se han realizado mediante el equipo Microtest SCM 3000 9S.

Los films de las composiciones de P(mLLA-co-HEA) 100/0, 90/10, 70/30 y 0/100, han sido procesados para obtener las respectivas muestras objeto del ensayo. Dependiendo del material a ensayar las muestras se han cortado dejando mayor o menor sección, adecuando de este modo las mismas para que se pudiesen ensayar en el equipo empleado.

Para cortar las muestras ha sido necesario el uso de cuchillas y mechero de gas, debido a la fragilidad del material (véase la Figura 40).

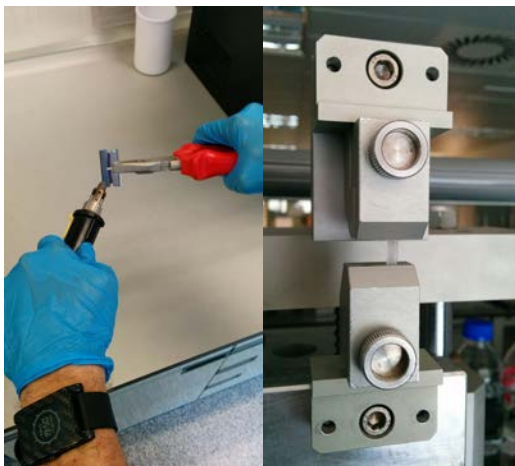


Figura 40 - Material de corte para las muestras y montaje de las mismas en microtest

#### PROCEDIMIENTO PARA ENSAYO A TRACCIÓN EN EQUIPO MICROTTEST (100/0, 90/10, 70/30):

Dependiendo del proceso realizado (montaje/desmontaje o ensayo), se configura una velocidad de 100, 1 mm/min, activando el husillo mediante el joystick.

Inicialmente se procede al cambio de mordazas, instalando las adecuadas para el ensayo mediante la herramienta preparada para tal fin. Es recomendable el uso de papel de lija o material rugoso para la sujeción de la muestra a las mordazas.

Tras amarrar la muestra a la mordaza superior, se aproxima la mordaza inferior a una velocidad de 100 mm/min, de modo que el área de la muestra presionada por las mordazas sea la misma para ambas (véase la Ilustración 39).

Se procede a cambiar la velocidad de avance a 1 mm/min, poniendo a cero el contador de fuerza y posición para proceder con el ensayo.

Una vez la muestra ensayada rompe, se detiene la adquisición de datos y se procede a extraer la misma.

#### ADQUISICIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS:

Mediante el software, se exporta el ensayo a un archivo tipo CSV (comma separated values), para su posterior análisis mediante software de cálculo como bien pueda ser Microsoft Excel, por poner un ejemplo.

Los equipos empleados registran los siguientes datos:

- Microtest:
  - Fuerza [N], posición [mm] y tiempo [s]
- TMA:
  - Tiempo [s], TMA [ $\mu\text{m}$ ] y Carga [mgf], entre otros.

Por lo tanto, para realizar los diferentes análisis se ha procedido a realizar los cálculos con las fórmulas descritas en la Ecuación 6 y la Ecuación 7:

TRACCIÓN / COMPRESIÓN en el equipo Microtest:

$$\sigma = \frac{|F-F_0|}{A} \quad d = (p - p_0) - c * (F - F_0) \quad \varepsilon = \frac{(d-d_0)}{e}$$

*Ecuación 6*

Siendo:

- $\sigma$ : tensión [MPa]
- F: fuerza [N]
- $F_0$ : fuerza inicial [N]
- A: área [mm<sup>2</sup>]
- d: desplazamiento [mm]
- $d_0$ : desplazamiento inicial [mm]
- p: posición [mm]
- $p_0$ : posición inicial [mm]
- e: espesor de la muestra [mm]
- c: factor de corrección del equipo Microtest
- $\varepsilon$ : deformación []

COMPRESIÓN en el equipo T.M.A.:

$$F = g * 10^6 \quad \sigma = \frac{|F-F_0|}{A} \cdot 10^3 \quad \varepsilon = \frac{|TMA-TMA_0| \cdot 10^{-3}}{e}$$

*Ecuación 7*

Siendo:

- F: fuerza [N]
- $F_0$ : fuerza inicial [N]
- g: gravedad [m/s<sup>2</sup>]
- $\sigma$ : tensión [kPa]
- A: área [mm<sup>2</sup>]
- $\varepsilon$ : deformación []
- TMA: posición [mm]
- TMA<sub>0</sub>: posición inicial [mm]
- e: espesor de la muestra [mm]

Posteriormente, se ha procedido a graficar cada ensayo, obteniendo el módulo de Young a partir de la pendiente, mediante la ecuación de la recta aplicada al tramo lineal de la zona elástica en cada caso.

Por último, se han recopilado los cálculos significativos, como son el módulo de Young para compresión así como el módulo de Young, la tensión y la deformación de rotura para tracción,

incluyendo los mismos en las respectivas tablas anexadas. Así mismo, se ha incluido una gráfica de la curva de cada composición ensayada, una gráfica comparando las distintas curvas de las composiciones ensayadas, así como una gráfica comparando los distintos valores de los cálculos significativos, incluyendo la desviación típica.

#### *5.5.7. Microscopio electrónico de barrido (S.E.M.)*

Para la caracterización mediante S.E.M. de las muestras, es necesario liofilizarlas anteriormente, y es recomendable tener listo el portamuestras con las muestras con al menos unas horas de antelación respecto a la caracterización.

##### PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS SOBRE EL PORTAMUESTRAS:

En primer lugar, se numeran los portamuestras sobre su base y se les adhiere una cinta de carbono adhesiva de doble cara. A continuación se cortan las muestras con un tamaño adecuado al portamuestras sin que sobresalgan de la misma, evitando áreas que presenten demasiado desnivel en la superficie.

Especial mención a esta fase, puesto que en caso de un mal corte quedarían los poros colapsados y/o dañados. En el caso de los scaffolds, se procede siempre que el material lo permita a su corte mediante fractura criogénica con ayuda de Nitrógeno líquido, sumergiendo la muestra en el mismo y fracturándola inmediatamente al extraerla del Nitrógeno.

Tras tener todas las muestras colocadas correctamente se procede a insertar un puente con plata o grafito, de modo que las muestras tengan conductividad respecto del portamuestras, lo cual es indispensable para la siguiente parte, el recubrimiento con material conductor de las muestras.

Se procede a recubrir las muestras con un material conductor como es el oro (técnica "ion sputtering"), véase la Figura 41, y tras el recubrimiento se procede a reenumerar los portamuestras con sus respectivos números en romano, sobre la parte superior del portamuestras, con el fin de identificarlas durante la caracterización.



Figura 41 - Preparación de muestras para S.E.M.

#### PROCESO DE CARACTERIZACIÓN:

Para introducir los portamuestras en el S.E.M., se colocan tres tiras de adhesivo de carbono de nuevo sobre un portamuestras de mayor tamaño, de modo que queden ordenadas de forma lógica.

El técnico de laboratorio procederá a la carga el portamuestras en el S.E.M., haciendo el vacío en su interior (véase la Figura 42).



Figura 42 - Carga del portamuestras e introducción del mismo en el S.E.M.

Se procede a configurar los parámetros de voltaje a 15 kV, WD a 15 mm, y se comienza la captura de imágenes, regulando el equipo mediante el contraste, el brillo, y el "Probe current" [11 - 13] según el aumento seleccionado. Se han captado imágenes desde 50 hasta 5000 aumentos. Hay que tener cuidado a la hora de realizar aumentos puesto que la muestra puede llegar a fundirse.

## 6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los ensayos y análisis descritos en los apartados 5.1 a 5.4 del presente proyecto, en el que se han abordado tanto la síntesis de materiales con unas propiedades determinadas, como la caracterización de los mismos.

De los sistemas estudiados, consistentes en geles de P(LLA-co-HEA) con composiciones que varían entre 100%/0%, 90%/10%, 70%/30% y 0%/100% de PLLA/PHEA, se han analizado varios aspectos importantes, como la caracterización del PLLA tras cada síntesis, las características estructurales químicas y de composición de los films a través de sus grupos funcionales, la porosidad a través del hinchado, las propiedades mecánicas de los films obtenidos, y su morfología estructural a través de la microscopía SEM.

### 6.1. Caracterización del PLLA-diol y mPLLA sintetizados

En este proyecto, se ha realizado la síntesis del macrómero de poliláctico a partir de ácido láctico comercial (no diol), teniendo que sintetizar previamente el mismo en diol.

Como caracterización inicial, se optó por realizar un análisis mediante G.P.C., así como de los grupos funcionales obtenidos en las síntesis del monómero de PLLA-diol y macrómero de mPLLA mediante F.T.-I.R., como medio de comprobación del éxito de las mismas.

Así mismo, se han realizado caracterizaciones mediante R.M.N. tanto de PLLA-diol como de mPLLA.

#### 6.1.1. G.P.C.

Tras la síntesis del PLLA-diol, se procede a su caracterización mediante G.P.C.

Se obtiene por tanto el nº promedio  $M_n$ , así como el peso promedio  $M_w$ , siendo  $M_i$  el peso molecular de una cadena y  $N_i$  el número de cadenas de ese peso molecular, así como el índice de polidispersidad PDI, como se muestra en la Ecuación 1.

Cabe destacar que el equipo realiza dos inyecciones por cada muestra.

Para el caso del PLLA-diol de la primera síntesis, tras el desecado, se obtuvo el producto en forma de virutas y polvo seco (véase la Figura 43), por lo que se caracterizaron sendas muestras.



Figura 43 - Formación de virutas tras desecado en síntesis de PLLA-diol

En la Figura 44 se representan los datos obtenidos por el equipo de G.P.C., tensión vs. tiempo [s], así como la gráfica obtenida tras procesar los datos con fracción o frecuencia vs. Log(Mw) [g/mol] del PLLA-diol de la primera síntesis en forma de polvo:

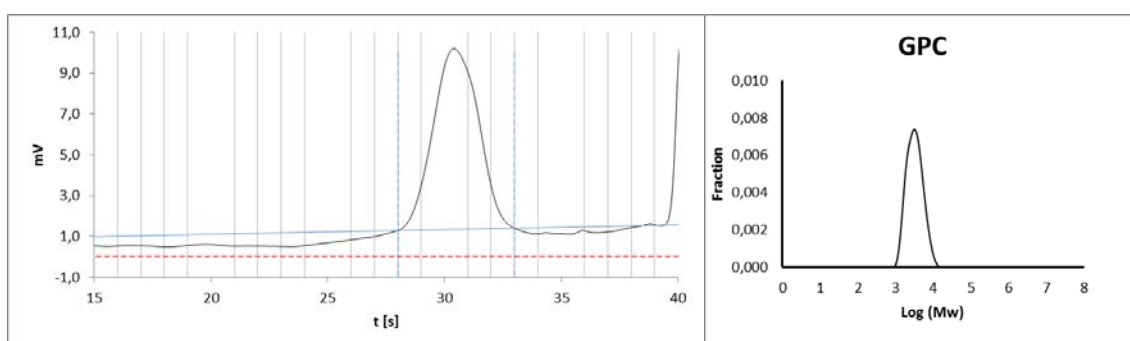


Figura 44 - Datos obtenidos por el equipo de G.P.C. ensayando el primer diol sintetizado

Posteriormente, se realizaron los cálculos, obteniendo los siguientes valores:

En la Tabla 3 se aprecian los valores obtenidos para el caso del PLLA-diol de la primera síntesis en forma de polvo.

Tabla 3 - G.P.C. - Caracterización de la primera serie (polvo)

	Mw [g/mol]	Mn [g/mol]	PDI
PLLA-diol 1 polvo 1	3465,73	2717,71	1,28
PLLA-diol 1 polvo 2	3380,80	2667,12	1,27
media	3423,26	2692,42	1,27
desviación típica	60,06	35,77	0,01

En la Tabla 4 se aprecian los valores obtenidos para el caso del PLLA-diol de la primera síntesis en forma de viruta.

Tabla 4 - Caracterización de la primera serie (viruta)

	Mw [g/mol]	Mn [g/mol]	PDI
PLLA-diol 1 viruta 1	3707,54	2928,42	1,27
PLLA-diol 1 viruta 2	3672,53	2902,71	1,27
media	3690,04	2915,57	1,27
desviación típica	24,75	18,18	0,00

Comparando ambas muestras, se obtienen los resultados de la Tabla 5:

Tabla 5 - Caracterización de la primera serie

	Mw [g/mol]	Mn [g/mol]	PDI
PLLA-diol polvo 1	3423,26	2692,42	1,27
PLLA-diol viruta 1	3690,04	2915,57	1,27
media	3556,65	2803,99	1,27
desviación típica	188,64	157,79	0,00

Por lo tanto, podemos afirmar que tanto en forma de viruta, como en forma de polvo, la composición del producto es básicamente la misma.

En la Figura 45 se representan los datos obtenidos por el equipo de G.P.C., tensión vs. tiempo [s], y la gráfica tras procesar los datos con fracción o frecuencia vs.  $\text{Log}(M_w)$  [g/mol] del PLLA-diol de la segunda síntesis:



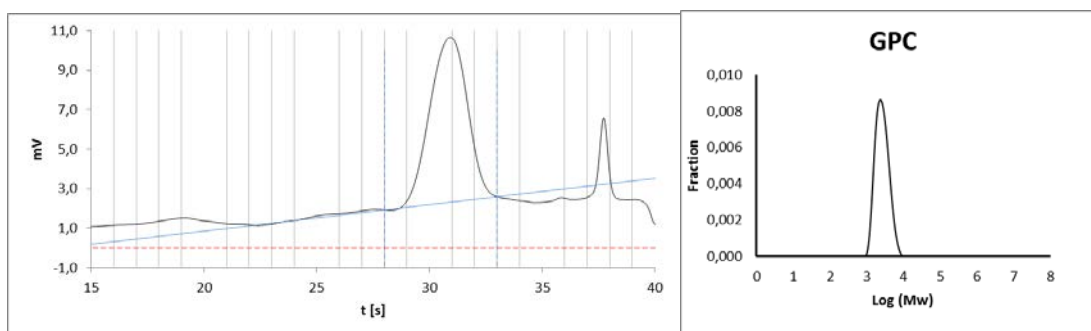


Figura 45 - Datos obtenidos por el equipo de G.P.C. ensayando el segundo diol sintetizado

Posteriormente, se realizaron los cálculos, obteniendo los valores de la Tabla 6:

Tabla 6 - Caracterización de la segunda serie

	Mw [g/mol]	Mn [g/mol]	PDI
PLLA-diol 2-1	2702,63	2297,30	1,18
PLLA-diol 2-2	2703,63	2294,75	1,18
media	2703,13	2296,03	1,18
desviación típica	0,70	1,80	0,00

Comparando las muestras de sendas síntesis, se obtienen los resultados de la Tabla 7:

Tabla 7 - Caracterización de las dos series

	Mw [g/mol]	Mn [g/mol]	PDI
PLLA-diol 1	3556,65	2803,99	1,27
PLLA-diol 2	2703,13	2296,03	1,18
media	3129,89	2550,01	1,22
desviación típica	603,53	359,19	0,06

Podemos afirmar que la composición del producto es muy similar.

#### 6.1.2. FT-IR: Caracterización de la estructura química

Con el fin de analizar cualitativamente el diol y el macrómero obtenido, se han realizado análisis por FT-IR del monómero de PLLA-diol procedente de la primera síntesis así como del macrómero obtenido de la segunda síntesis.

Tras la primera síntesis se observó que parte del producto quedaba en forma de virutas y parte en forma de polvo, por lo que se procedió a caracterizar ambas muestras por separado para comprobar su validez. Véase la Figura 46:

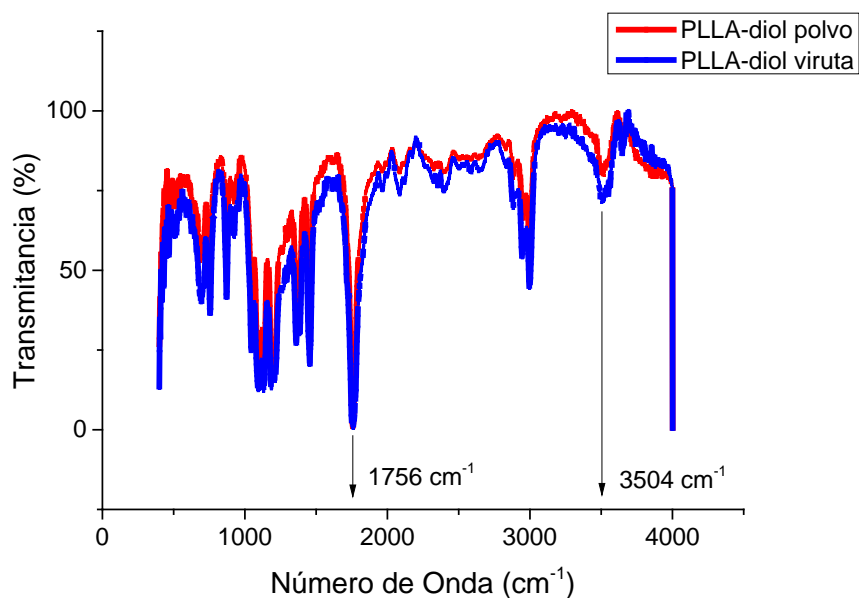


Figura 46 – F.T.-I.R. Caracterización de la primera serie

Como se puede observar, ambos productos coinciden en sus longitudes de onda características, por lo que a pesar de su aspecto final tras la síntesis (polvo y viruta), se dan por válidos, estando presentes los dos grupos característicos esperados de la síntesis: el grupo carbonilo: (C=O) a 1756  $\text{cm}^{-1}$ , así como el grupo OH debido a los extremos de la molécula a 3504  $\text{cm}^{-1}$ .

Una vez validado el producto, se procedió con la segunda síntesis, la del macrómero mPLLA y conjuntamente se procedió a su caracterización. Véase la Figura 47:

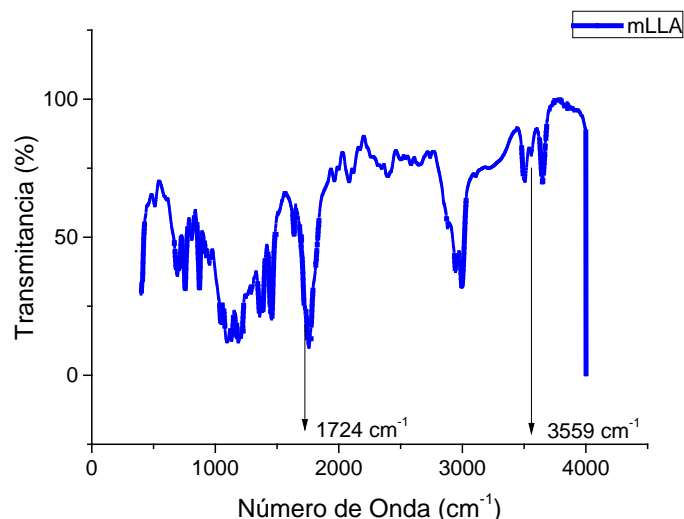


Figura 47 - F.T.-I.R. de la segunda síntesis, con PLLA-diol de primera serie

Como se puede observar, el espectro obtenido es muy similar al del anterior diol, cambiando ligeramente el espectro de las bandas OH pero sin desaparecer, debido a que el rendimiento de la reacción no es del 100%, quedando grupos de PLLA-diol sin reaccionar y transformándose el resto de grupos OH en dobles enlace.

En este caso están presentes los dos grupos característicos esperados en el macrómero: véase la banda a  $1724\text{ cm}^{-1}$  del grupo C=C, así como la banda a  $3559\text{ cm}^{-1}$ .

Comparativamente, se puede observar la aparición de los citados grupos en el macrómero. Véase la Figura 48.

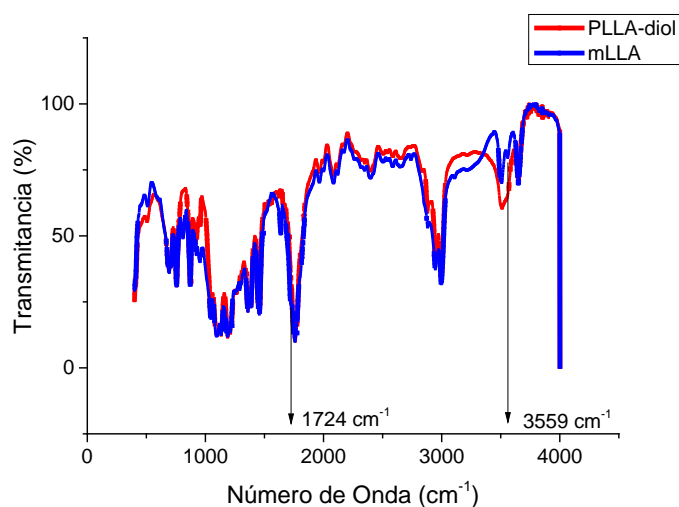


Figura 48 - F.T.-I.R. de la segunda serie

Por lo tanto, se dieron por válidos los macrómeros de sendas series.

## 6.1.3. H-R.M.N.

Las respectivas síntesis fueron caracterizadas por Resonancia Magnética Nuclear de protones H-RMN. Comparando los espectros obtenidos de PLLA-di-ol (Figura 49) así como de mPLLA (Figura 49) con los anteriormente medidos (PLLA-di-ol (Figura 50) así como de mPLLA (Figura 51)) y validados por J. L. Escobar Ivírico obtenidos en su Tesis Doctoral [39], como se puede observar:

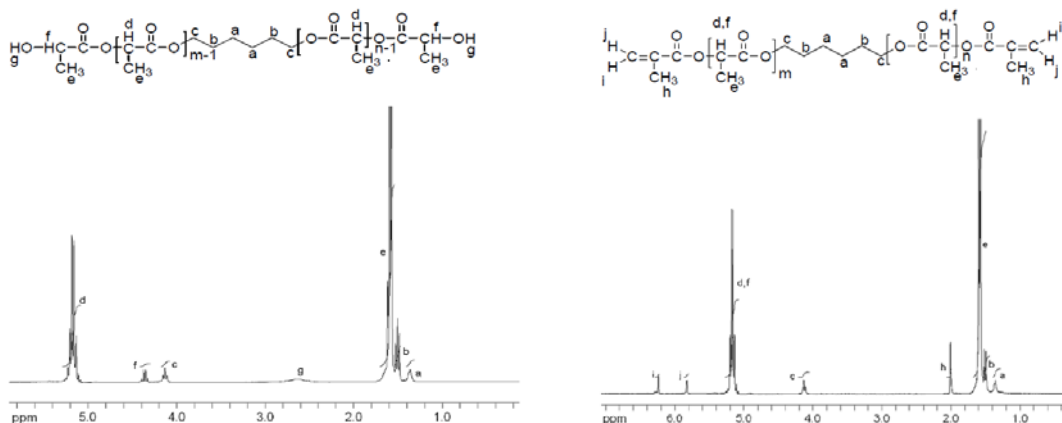


Figura 49 - Espectro H-RMN del mPLLA y del PLLA-di-ol respectivamente [39]

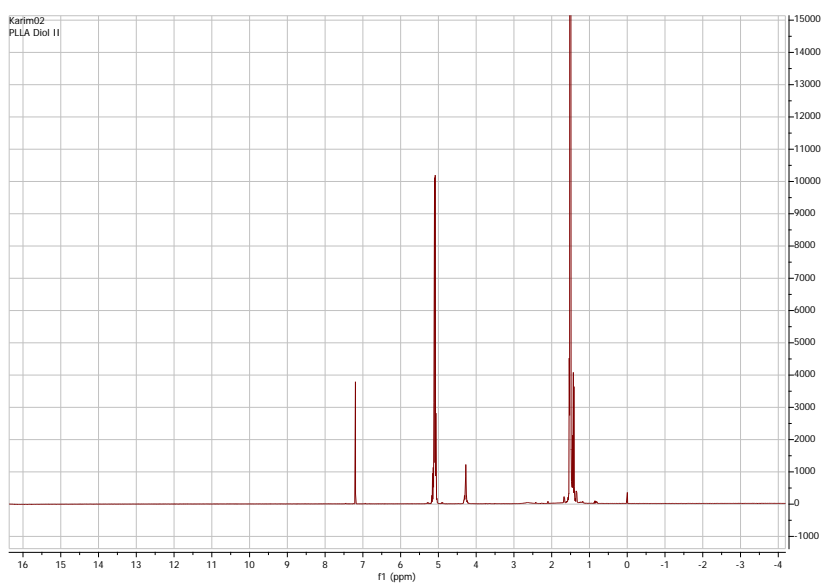


Figura 50 - Espectro H-RMN del PLLA-di-ol sintetizado

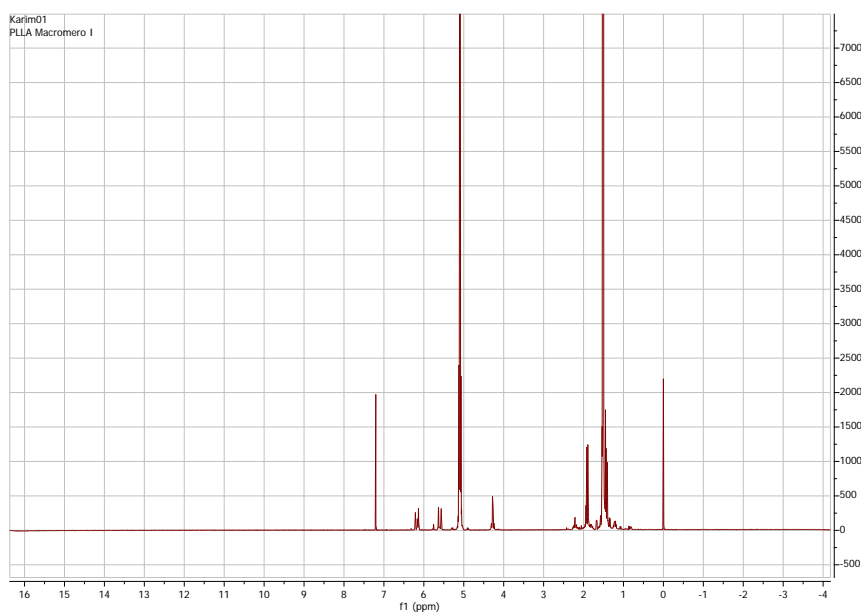


Figura 51 - Espectro H-RMN del mPLLA sintetizado

El espectro del PLLA-diol muestra las mismas señales características en ambas imágenes.

El espectro del mPLLA muestra aparte de las señales asignadas para el L-láctido diol la aparición de nuevas señales como los dobletes localizados a 6.21 y 5.80 ppm que son atribuidas al CH<sub>2</sub> vinilo (i y j, respectivamente) del grupo metacrílico proveniente del anhídrido y el singlete localizado a 2.00 ppm que se atribuye al CH<sub>3</sub> (h) proveniente del mismo grupo. [39]

Por lo tanto, se procedió a polimerizar con los macrómeros de sendas series.

## 6.2. Caracterización de los films de P(LLA-co-HEA)

### 6.2.1. S.E.M.: Caracterización de la morfología estructural obtenida

En este apartado se presenta el resultado obtenido del sistema P(mLLA-co-HEA) 100/0. Los aumentos obtenidos varían de 200 a 5000. Para no dañar la superficie del film se ha realizado la caracterización con un voltaje de 15 kV.

El film caracterizado, fue copolimerizado según se explica en el apartado “5.3.2. Proceso de copolimerización de films de P(mLLA-co-HEA)”, con un alto contenido en dioxano. Según la literatura, se sabe que la presencia de un alto contenido en disolvente durante el proceso de copolimerización, proporciona la posibilidad de crear poros en el lugar del disolvente, cuando éste ya no se encuentra en la red. Además, se sabe que el mPLLA tiene una T<sub>g</sub> superior a la temperatura ambiente, por lo que se mantiene más rígido que otros polímeros, como la Policaprolactona (PCL), por mentar algún ejemplo, por lo que también se espera que en caso de obtenerse dichos poros,

éstos no colapsen, obteniéndose por tanto la estructura porosa requerida para la aplicación deseada. Para examinar la estructura del film obtenido, se procedió a liofilizar el mismo tras el hinchado en dioxano e intercambio de solvente a agua, de modo que se conservase en la medida de lo posible su estructura intacta, y así mismo, se procedió a la fractura criogénica, asegurándose de este modo la integridad de la muestra.

En la Figura 52 se pueden apreciar los resultados obtenidos:

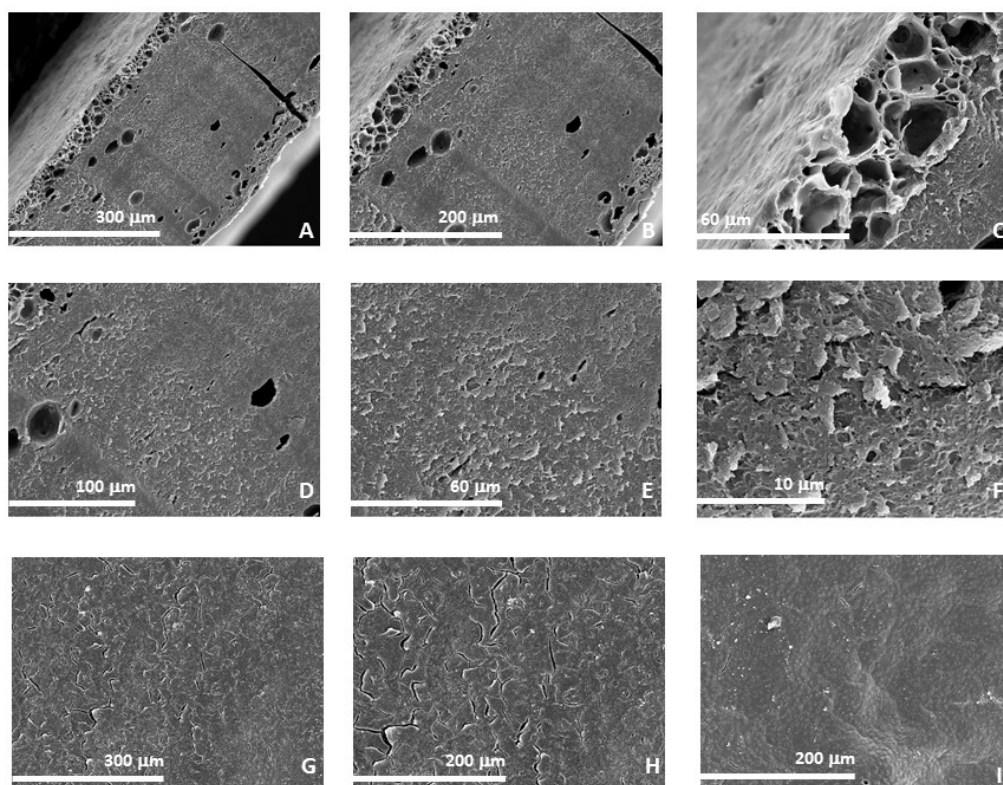


Figura 52 - Film  $P(mLLA-co-HEA)$  100/0 - Caracterización en S.E.M.

Las distintas tomas se corresponden con:

- A, B: Vista de Fractura
- C: Vista de Fractura (lateral izquierdo)
- D, E, F: Vista de Fractura (centro)
- G, H: Vista de Cara A
- I: Vista de Cara B

Como se puede observar en las ilustraciones, en la periferia se mantienen los poros, pero la parte interna del film colapsa, por lo que es necesario recurrir a soportes de material porógeno, en este caso, PMMA, con los consecuentes scaffolds. Véase el apartado “5.4. Métodos de obtención de scaffolds” y “6.3.3. S.E.M.: Caracterización de la morfología estructural obtenida”.

### 6.2.2. Tracción: Caracterización de las propiedades mecánicas

En este apartado se van a estudiar las propiedades mecánicas de los films de P(mLLA-co-HEA) sometidos a tracción, para las distintas composiciones (100/0, 90/10, 70/30, 0/100).

Como se ha comentado en el apartado “5.5.6. Ensayo a compresión/tracción”, los ensayos a tracción se han realizado mediante el equipo Microtest SCM 3000 9S. Los films han sido procesados para obtener las respectivas muestras objeto del ensayo. Dependiendo del material a ensayar las muestras se han cortado dejando mayor o menor sección, adecuando de este modo las mismas para que se pudiesen ensayar en el equipo empleado.

En la Tabla 8 se aprecian los valores obtenidos para la relación 100/0:

Tabla 8 - P(mLLA-co-HEA) 100/0 - Tracción de film en Microtest

muestra	tensión de rotura [MPa]	$\varepsilon$ : Deformación de rotura
100/0 (2-1) T1	1,19	0,04
100/0 (2-1) T2	0,42	0,03
100/0 (2-1) T3	0,14	0,04
100/0 (2-1) T4	0,88	0,01
100/0 (2-1) T5	0,48	0,02
media	0,62	0,03
desviación típica	0,41	0,01

No se aportan los valores del módulo de Young a tracción de la muestra 100/0, debido a la imposibilidad de definir el mismo por causa de la fragilidad del material.

En la Figura 53 se muestra la curva obtenida para la relación 100/0:

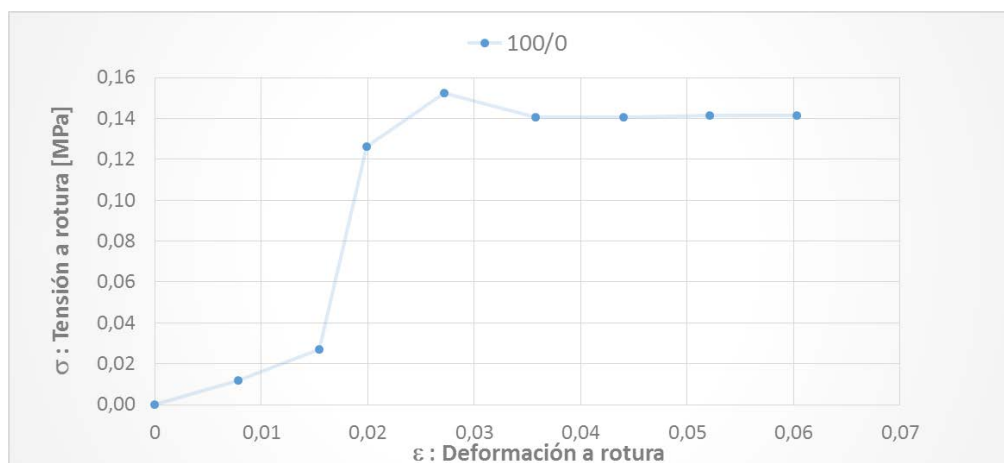


Figura 53 - P(mLLA-co-HEA) 100/0 - Tracción de film en Microtest

En la Tabla 9 se aprecian los valores obtenidos para la relación 90/10:

Tabla 9 - P(mLLA-co-HEA) 90/10 - Tracción de film en Microtest

muestra	módulo de Young [MPa]	tensión de rotura [MPa]	$\varepsilon$ : Deformación de rotura
90/10 (2-1) T1	49,91	2,60	0,06
90/10 (2-1) T2	14,24	1,94	0,35
90/10 (2-1) T3	18,50	1,65	0,05
media	27,55	2,06	0,15
desviación típica	19,48	0,49	0,17

En la Figura 54 se muestra la curva obtenida para la relación 90/10:

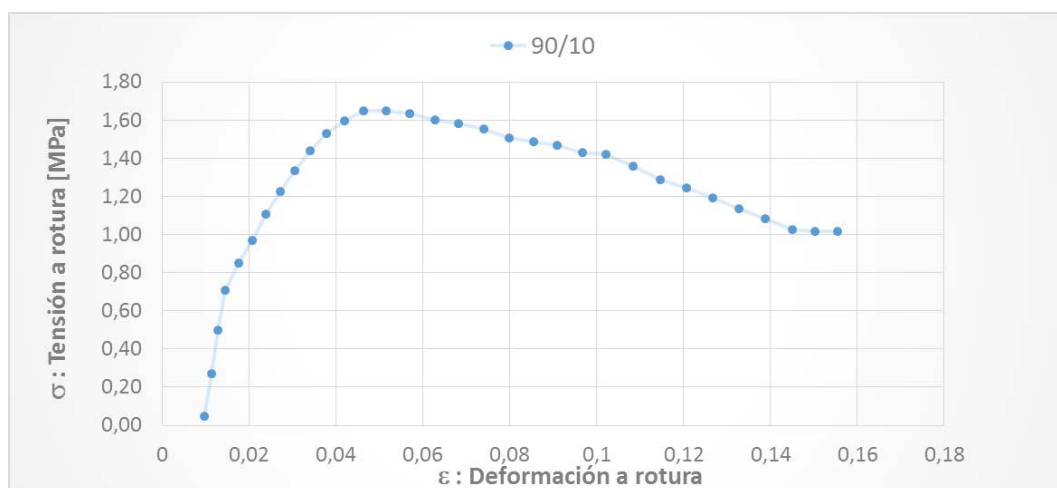


Figura 54 - P(mLLA-co-HEA) 90/10 - Tracción de film en Microtest

En la Tabla 10 se aprecian los valores obtenidos para la relación 70/30:



Tabla 10 - P(mLLA-co-HEA) 70/30 - Tracción de film en Microtest

muestra	módulo de Young [MPa]	tensión de rotura [MPa]	$\epsilon$ : Deformación de rotura
70/30 (1-2) T1	15,41	0,56	0,31
70/30 (1-2) T2	19,69	0,59	0,46
70/30 (1-2) T3	20,84	0,59	0,98
70/30 (1-2) T4	12,11	0,34	0,91
70/30 (1-2) T5	16,66	0,56	0,98
70/30 (1-2) T6	18,48	0,65	0,99
70/30 (1-2) T7	16,03	0,99	0,97
70/30 (1-2) T8	31,58	0,94	0,97
70/30 (1-2) T9	30,71	0,83	0,95
media	20,17	0,79	0,97
desviación típica	6,73	0,19	0,01

En la Figura 55 se muestra la curva obtenida para la relación 70/30:

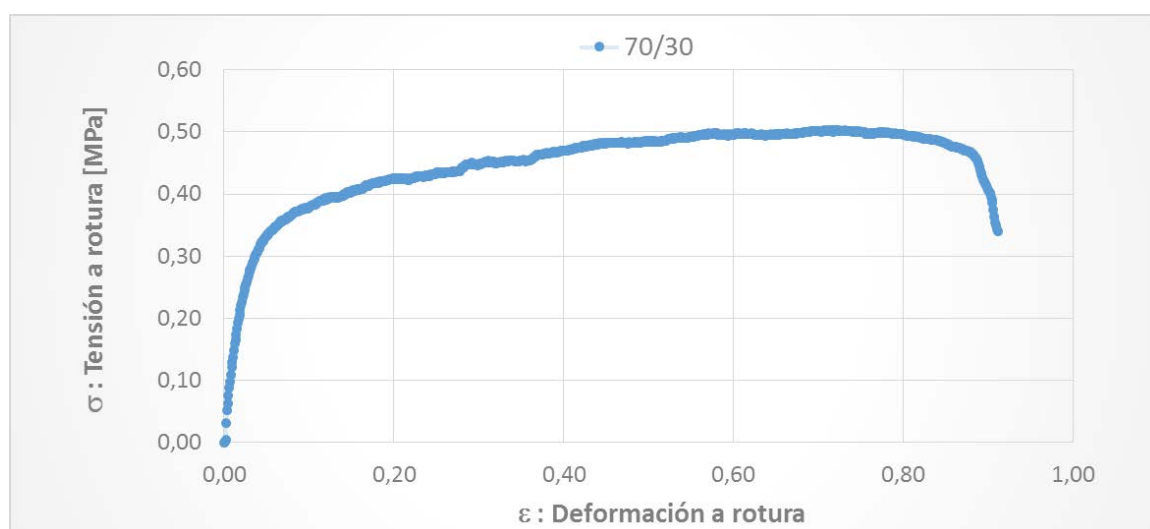


Figura 55 - P(mLLA-co-HEA) 70/30 - Tracción de film en Microtest

En la Tabla 11 se aprecian los valores obtenidos para la relación 0/100 de la primera serie de polimerizado:

Tabla 11 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 de la primera serie de polimerizado - Tracción de film en Microtest

muestra	módulo de Young [MPa]	tensión de rotura [MPa]	$\varepsilon$ : Deformación de rotura
0/100 (1-2) T1	0,0251	0,0075	2,8070
0/100 (1-2) T2	0,0144	0,0032	1,4000
0/100 (1-2) T3	0,0563	0,0152	2,4589
0/100 (1-2) T4	0,0099	0,0028	0,8379
<b>media</b>	<b>0,0264</b>	<b>0,0072</b>	<b>1,8760</b>
<b>desviación típica</b>	<b>0,0209</b>	<b>0,0058</b>	<b>0,9148</b>

En la Tabla 12 se aprecian los valores obtenidos para la relación 0/100 de la segunda serie de polimerizado:

Tabla 12 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 de la segunda serie de polimerizado - Tracción de film en Microtest

muestra	módulo de Young [MPa]	tensión de rotura [MPa]	$\varepsilon$ : Deformación de rotura
0/100 (2-1) T1	0,0101	0,0029	4,6215
0/100 (2-1) T2	0,0051	0,0030	4,3801
0/100 (2-1) T3	0,0024	0,0026	6,1494
0/100 (2-1) T4	0,0043	0,0038	4,3894
0/100 (2-1) T5	0,0038	0,0025	3,3858
<b>media</b>	<b>0,0051</b>	<b>0,0030</b>	<b>4,5852</b>
<b>desviación típica</b>	<b>0,0029</b>	<b>0,0005</b>	<b>0,9959</b>

Durante el proceso de lavado del film de la relación 0/100 de la primera serie de polimerizado, el mismo se sobrecalentó durante un corto período de tiempo debido a la evaporación excesiva del etanol, quedando finalmente el mismo carbonizado superficialmente. El film se sometió igualmente a ensayo para poder caracterizarlo.

El film de la segunda serie presenta tras los ensayos unos valores más típicos del PHEA que los de la primera serie (más rígido de lo esperado en este material), por lo que se tomarán los valores del mismo para comparar con el resto de composiciones.

En la Figura 56 se muestra la curva obtenida para la relación 0/100:

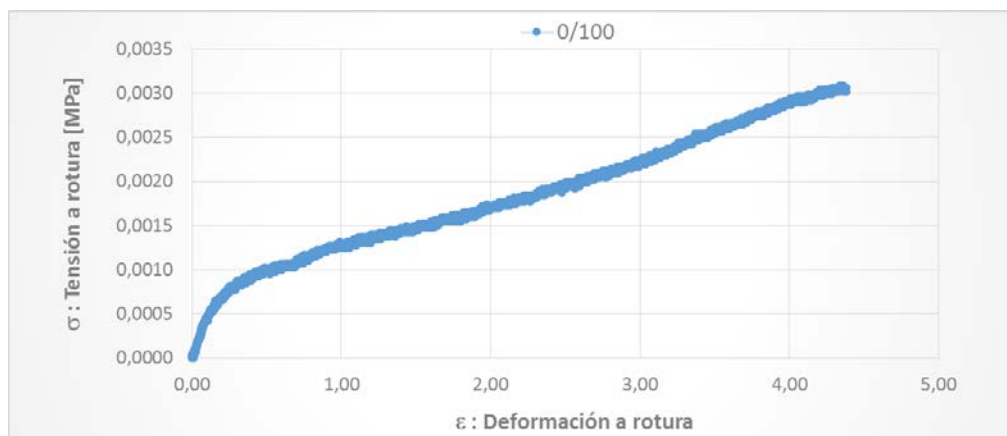


Figura 56 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 - Tracción de film en Microtest

Comparando los datos de las distintas composiciones, se obtienen los resultados de la Tabla 13, la Figura 57 y la Figura 58:

Tabla 13 - P(mLLA-co-HEA) - Tracción de films en Microtest

muestra	módulo de Young [MPa]	tensión de rotura [MPa]	$\epsilon$ : Deformación de rotura
100/0	-	0,6232	0,0259
90/10	27,5483	2,0625	0,1543
70/30	20,1671	0,7945	0,9731
0/100	0,0051	0,0030	4,5852

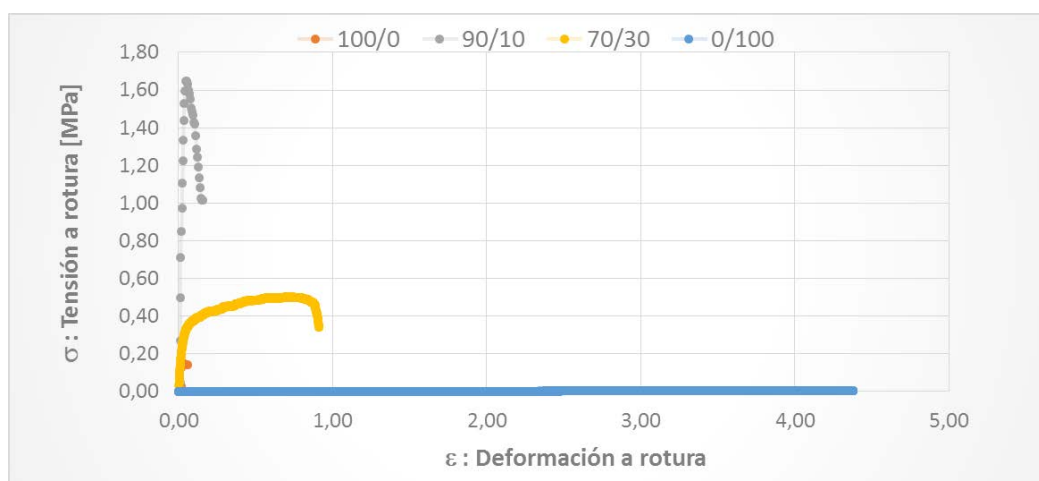


Figura 57 - P(mLLA-co-HEA) - Tracción de films en Microtest

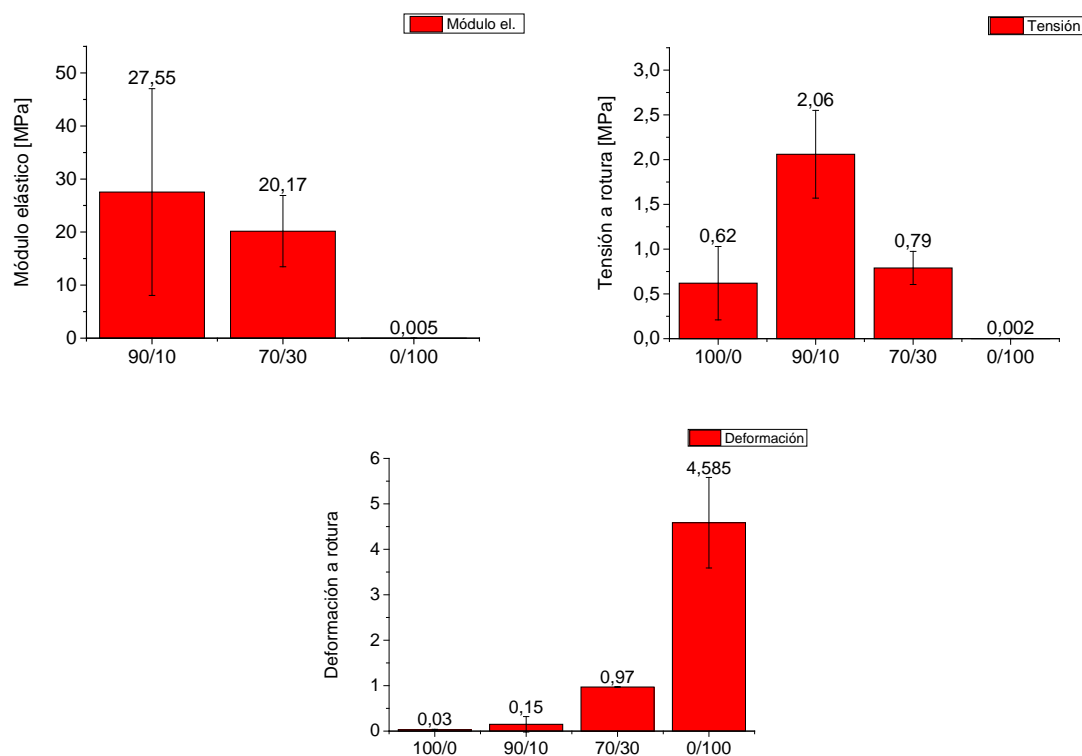


Figura 58 - P(mLLA-co-HEA) - Tracción de films en Microtest

Según los datos obtenidos y como cabía esperar, la relación con mayor cantidad de PLLA 90/10 posee el módulo de Young más elevado, decreciendo el mismo conforme variamos la relación hasta 0/100. Como ya se comentó anteriormente, no se pudo determinar el módulo de Young a tracción de la composición 100/0, pues es una muestra frágil que rompe a deformaciones bajas y apenas tiene zona elástica.

Respecto a la tensión, cabe destacar que la relación 100/0 es extremadamente frágil, haciendo que el valor de la tensión de rotura sea bajo respecto al resto de composiciones. Sin embargo, el PHEA es un compuesto muy elástico, por lo que añadiendo una pequeña proporción del mismo a la composición (relación 90/10), varía las propiedades mecánicas del compuesto, aumentando drásticamente el valor de la tensión de rotura. A partir de dicha proporción conforme se aumenta la cantidad de PHEA es necesaria menos fuerza para alcanzar la tensión de rotura, por lo que dicho valor decrece.

Por último, en lo relativo a la deformación, se observa cómo conforme aumenta la cantidad de PHEA en el compuesto, el valor de la misma aumenta de forma no lineal, debido a la naturaleza elástica del compuesto, haciendo de esta forma, que la elongación de la muestra varíe desde 0.06 mm en la relación 100/0, hasta llegar a alcanzar once veces su elongación inicial en la relación 0/100.

Cabe destacar que los tiempos de rotura para los diferentes ensayos variaron drásticamente, como cabía esperar, alcanzando la rotura con la relación 100/0 en apenas tres segundos, y por contrapartida alcanzando la rotura con la relación 0/100 en más de dos horas y media.

### 6.2.3. Contenido de agua de equilibrio

En este apartado se va a estudiar la capacidad de hinchado del sistema desde dos puntos de vista:

- Cálculo de la fracción másica de solvente respecto a la masa hinchada  $\omega$  [%] según la Ecuación 2.
- Cálculo de la fracción másica de solvente respecto a la masa seca  $w$  [%] según la Ecuación 3.

En el caso del P(mLLA-co-HEA) con composiciones 100/0, 70/30 y 0/100 se han realizado dos series de producto, por lo que se ha podido calcular su media y desviación estándar, pero en el caso de la relación 90/10 tan solo se dispone de un solo producto.

Para el P(mLLA-co-HEA) con relación 100/0, se realizaron los cálculos, obteniendo los valores de la Tabla 14:

Tabla 14 - P(mLLA-co-HEA) 100/0 - Capacidad de hinchado del sistema (film)

	peso en seco [mg]	peso en hinchado [mg]	$\omega$ [%]	$w$ [%]
100/0 (2-1)	172,80	200,59	13,85%	16,08%

Para el P(mLLA-co-HEA) con relación 90/10, se realizaron los cálculos, obteniendo los valores de la Tabla 15:

Tabla 15 - P(mLLA-co-HEA) 90/10 - Capacidad de hinchado del sistema (film)

	peso en seco [mg]	peso en hinchado [mg]	$\omega$ [%]	$w$ [%]
90/10 (2-1)	214,69	267,20	19,65%	24,46%

Para el P(mLLA-co-HEA) con relación 70/30, se realizaron los cálculos, obteniendo los valores de la Tabla 16:

Tabla 16 - P(mLLA-co-HEA) 70/30 - Capacidad de hinchado del sistema (film)

	peso en seco [mg]	peso en hinchado [mg]	$\omega$ [%]	w [%]
70/30 (1-2)	268,66	422,14	36,36%	57,13%

Para el P(mLLA-co-HEA) con relación 0/100, se realizaron los cálculos, obteniendo los valores de la Tabla 17:

Tabla 17 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 - Capacidad de hinchado del sistema (film)

	peso en seco [mg]	peso en hinchado [mg]	$\omega$ [%]	w [%]
0/100 (1-2)	6,99	249,51	97,20%	3469,53%
0/100 (2-1)	170,05	3750,80	95,47%	2105,70%
media	88,52	2000,16	96,33%	2787,62%
desviación típica	115,30	2475,79	1,22%	964,37%

Por lo tanto, comparando las muestras, se obtienen los resultados de la Tabla 18 y la Figura 59:

Tabla 18 - P(mLLA-co-HEA) - Capacidad de hinchado del sistema (film)

	$\omega$ [%]	w [%]
100/0	13,85%	16,08%
90/10	19,65%	24,46%
70/30	36,36%	57,13%
0/100	96,33%	2787,62%

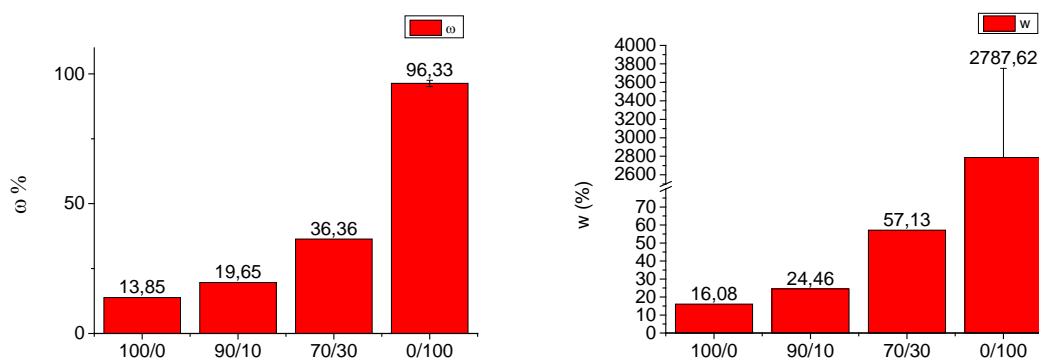


Figura 59 - P(mLLA-co-HEA) - Capacidad de hinchado del sistema (film)

Como cabía esperar, la fracción másica respecto a la masa hinchada y respecto a la masa seca, aumenta conforme aumenta la cantidad de PHEA en el compuesto, debido a la naturaleza hidrófila del PHEA.

#### 6.2.4. Compresión: Caracterización de las propiedades mecánicas

En este apartado se van a estudiar las propiedades mecánicas de los films de P(mLLA-co-HEA) sometidos a compresión, para las distintas composiciones (100/0, 90/10, 70/30, 0/100), ensayando la última relación en el equipo de T.M.A. y el resto en el equipo Microtest.

En la Tabla 19 se aprecian los valores obtenidos para la relación 100/0:

Tabla 19 - P(mLLA-co-HEA) 100/0 – Compresión de film en Microtest

muestra	módulo de Young [MPa]
100/0 (2-1) C1	1,97
100/0 (2-1) C2	1,81
100/0 (2-1) C3	1,93
100/0 (2-1) C4	1,82
100/0 (2-1) C5	2,11
media	1,93
desviación típica	0,12

En la Figura 60 se muestra la curva obtenida para la relación 100/0:

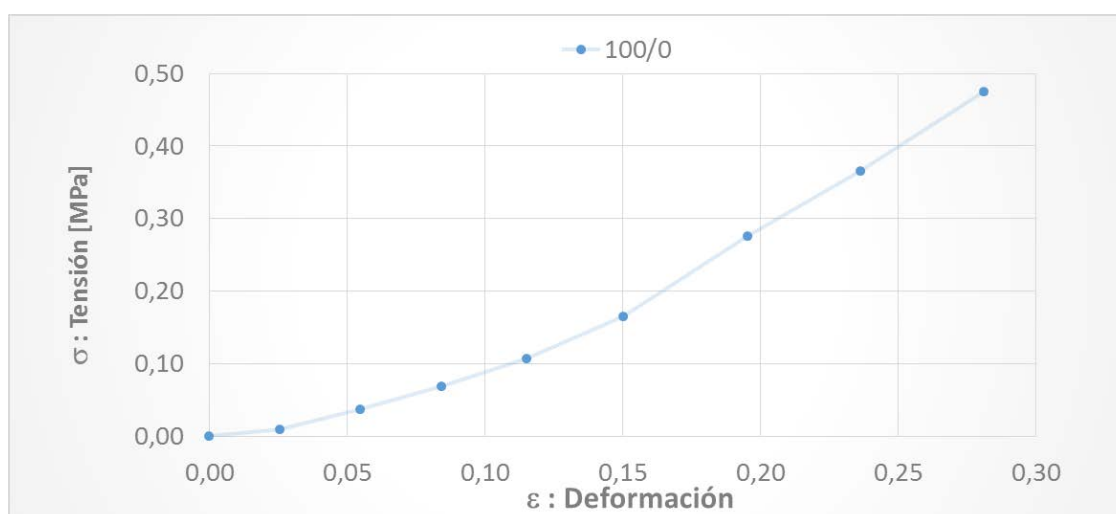


Figura 60 - P(mLLA-co-HEA) 100/0 – Compresión de film en Microtest

En la Tabla 20 se aprecian los valores obtenidos para la relación 90/10:

Tabla 20 - P(mLLA-co-HEA) 90/10 – Compresión de film en Microtest

muestra	módulo de Young [MPa]
90/10 (2-1) C1	1,58
90/10 (2-1) C2	1,64
90/10 (2-1) C3	2,00
media	1,74
desviación típica	0,22

En la Figura 61 se muestra la curva obtenida para la relación 90/10:

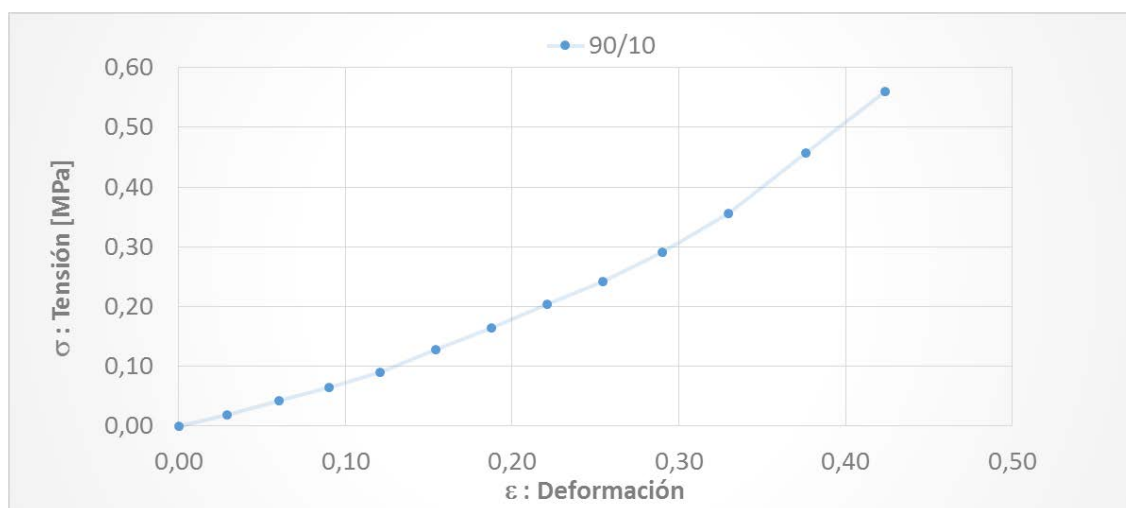


Figura 61 - P(mLLA-co-HEA) 90/10 – Compresión de film en Microtest

En la Tabla 21 se aprecian los valores obtenidos para la relación 70/30:

Tabla 21 - P(mLLA-co-HEA) 70/30 – Compresión de film en Microtest

muestra	módulo de Young [MPa]
70/30 (1-2) C1	1,81
70/30 (1-2) C2	1,90
70/30 (1-2) C3	1,89
70/30 (1-2) C4	1,78
70/30 (1-2) C5	1,84
media	1,84
desviación típica	0,05



En la Figura 62 se muestra la curva obtenida para la relación 70/30:

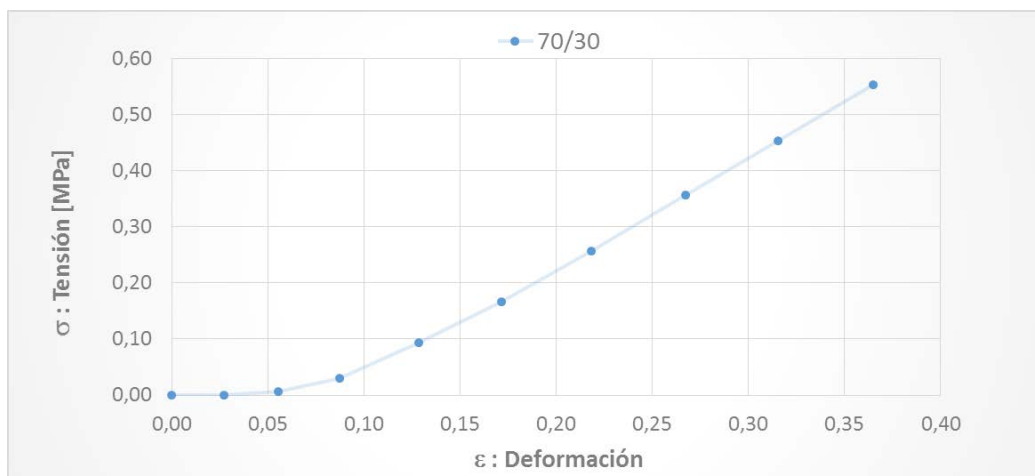


Figura 62 - P(mLLA-co-HEA) 70/30 – Compresión de film en Microtest

En la Tabla 22 se aprecian los valores obtenidos para la relación 0/100 de la primera serie de polimerizado:

Tabla 22 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 de la primera serie de polimerizado – Compresión de film en T.M.A.

muestra	módulo de Young [kPa]
0/100 (1-2) C1	7,06
0/100 (1-2) C2	12,62
0/100 (1-2) C3	11,87
0/100 (1-2) C4	11,95
0/100 (1-2) C5	5,18
<b>media</b>	<b>9,73</b>
<b>desviación típica</b>	<b>3,38</b>

En la Tabla 23 se aprecian los valores obtenidos para la relación 0/100 de la segunda serie de polimerizado:

Tabla 23 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 de la segunda serie de polimerizado – Compresión de film en T.M.A.

muestra	módulo de Young [kPa]
0/100 (2-1) C1	32,94
0/100 (2-1) C2	3,16
0/100 (2-1) C3	13,64
0/100 (2-1) C4	12,61
0/100 (2-1) C5	6,60
0/100 (2-1) C6	13,70
media	13,78
desviación típica	10,32

En la Tabla 24 comparamos ambos films y calculamos su valor medio y desviación típica:

Tabla 24 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 – Compresión de film en T.M.A.

muestra	módulo de Young [kPa]
0/100 (1-2)	9,73
0/100 (2-1)	13,78
media	11,75
desviación típica	2,86

En la Figura 63 se muestra la curva obtenida para la relación 0/100:

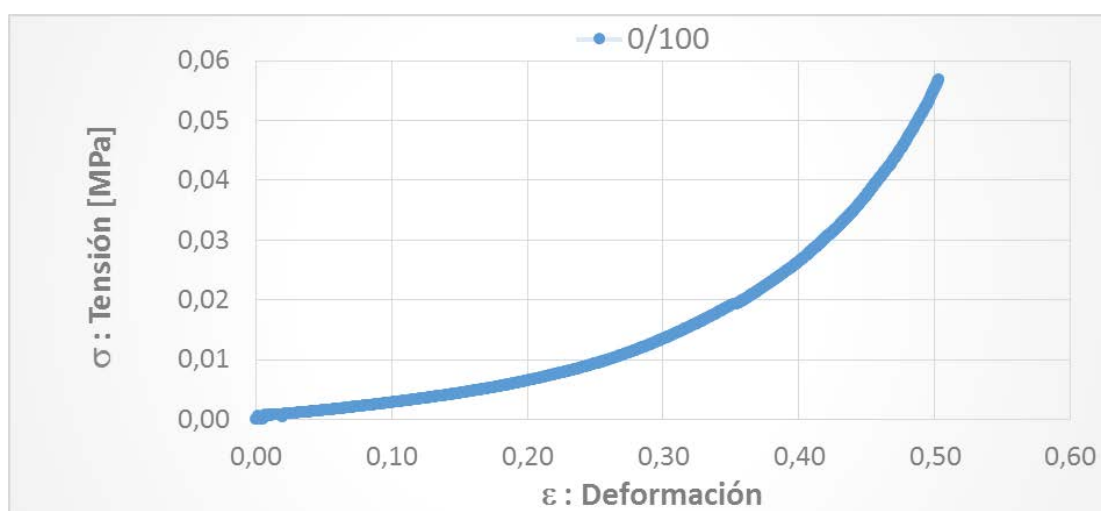


Figura 63 - P(mLLA-co-HEA) 0/100 – Compresión de film en T.M.A.

Comparando los datos de las distintas composiciones, se obtienen los resultados de la Tabla 25, la Figura 64 y la Figura 65:

Tabla 25 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de films

muestra	módulo de Young [MPa]
100/0	1,928
90/10	1,739
70/30	1,845
0/100	0,012

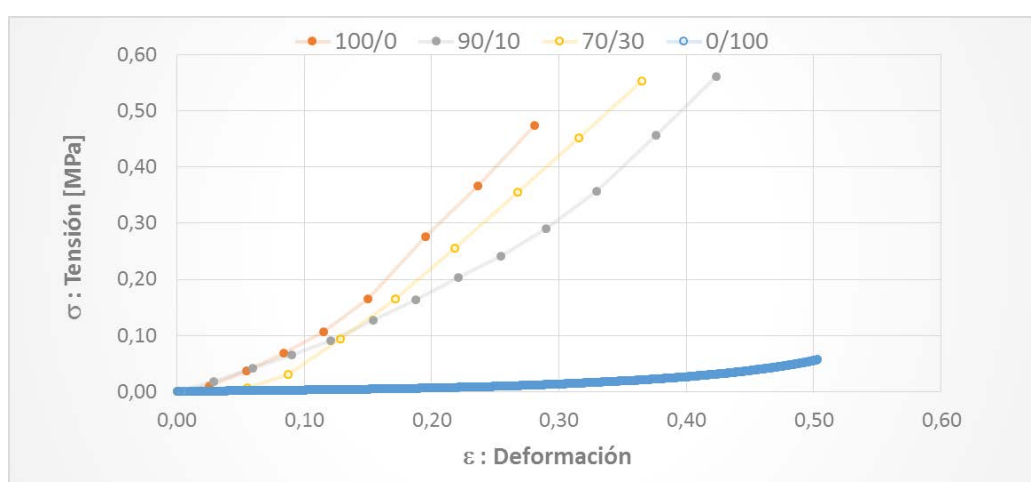


Figura 64 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de films

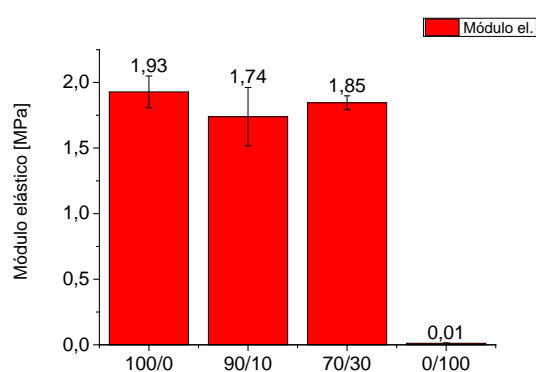


Figura 65 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de films

En los ensayos a compresión se configura el equipo para que comprima la muestra ensayada hasta el valor del espesor de la misma a velocidad constante. En determinadas ocasiones el ensayo se

detiene antes de alcanzar dicho valor, debido a que se alcanza la compresión máxima que el equipo es capaz de aplicar a la muestra (caso de las composiciones 100/0 y 90/10). En el resto de composiciones se alcanza el final de rampa o compresión completa de la muestra.

Las composiciones 100/0, 90/10 y 70/30 se comportan de modo similar, aumentando de forma proporcional su tensión y deformación a deformaciones altas conforme aumenta la cantidad de PHEA en la relación.

Los valores de los módulos de Young de las distintas composiciones se encuentran muy próximos entre sí, siendo la relación 0/100 despreciable respecto a las demás debido a que el valor máximo de la tensión alcanzada es del orden de 0,06 kPa, respecto a los 0.56 MPa de la relación 90/10.

Como era de esperar, la relación 0/100 se caracteriza por tener una elasticidad muy elevada, de modo que, tras la compresión, la muestra recupera el 100% de su espesor inicial.

### 6.3. Caracterización de los scaffolds de P(LLA-co-HEA)

#### 6.3.1. Prensa: Compresión de las plantillas de porógeno

En este apartado se presentan los cálculos a compresión de las plantillas de porógeno empleadas como soporte para la copolimerización de los scaffolds.

Se fabricaron cuatro plantillas, de las que sólo se dieron por válidas la primera y la cuarta debido a que la segunda y la tercera se fundieron parcialmente, por lo que no se pudieron aprovechar.

Se requiere una compresión comprendida entre [20,25] [%]; Ésta se calcula según la Ecuación 4.

A continuación se presenta la Tabla 26 con los resultados del cálculo de la compresión de ambas plantillas:

Tabla 26 - Cálculo de la compresión de las plantillas 1 y 4 - Prensa de platos calientes

PLANTILLA 1, PRIMERA PRENSADA [mm]				PLANTILLA 4, PRIMERA PRENSADA [mm]			
medida 1	3,55	medida 6	3,96	medida 1	3,45	medida 6	3,58
medida 2	3,72	medida 7	3,6	medida 2	3,58	medida 7	3,51
medida 3	3,6	medida 8	3,9	medida 3	3,53	medida 8	3,55
medida 4	3,58	medida 9	3,93	medida 4	3,66	medida 9	3,62
medida 5	3,92	medida 10	3,53	medida 5	3,61	medida 10	3,52
media	<b>3,73</b>		mm	media	<b>3,56</b>		mm
PLANTILLA 1, SEGUNDA PRENSADA [mm]				PLANTILLA 4, SEGUNDA PRENSADA [mm]			
medida 1	3,05	medida 6	3,01	medida 1	3,03	medida 6	3,11
medida 2	3,08	medida 7	3	medida 2	3,04	medida 7	3,04
medida 3	3,08	medida 8	3,01	medida 3	3,05	medida 8	3,06
medida 4	3,16	medida 9	3,1	medida 4	3,24	medida 9	3,06
medida 5	3,06	medida 10	3,06	medida 5	3,15	medida 10	3,01
media	<b>3,06</b>		mm	media	<b>3,08</b>		mm
PLANTILLA 1, TERCERA PRENSADA [mm]				PLANTILLA 4, TERCERA PRENSADA [mm]			
medida 1	2,88	medida 6	2,71	medida 1	2,68	medida 6	2,9
medida 2	2,87	medida 7	2,75	medida 2	2,84	medida 7	2,76
medida 3	2,81	medida 8	2,81	medida 3	2,84	medida 8	2,76
medida 4	2,82	medida 9	2,85	medida 4	2,93	medida 9	2,72
medida 5	2,72	medida 10	2,82	medida 5	2,92	medida 10	2,67
media	<b>2,80</b>		mm	media	<b>2,80</b>		mm
Compresión:	<b>24,81</b>		%	Compresión:	<b>21,31</b>		%

Como se puede observar en la tabla, ambas plantillas son válidas respecto al cálculo de compresión de las microsferas de que están formadas. Posteriormente se comprobará la validez de las plantillas tanto en microscopio óptico como en S.E.M.

### 6.3.2. S.E.M.: Caracterización de la morfología estructural obtenida

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de las distintas caracterizaciones en lo referente a los scaffolds de los sistemas P(mLLA-co-HEA) 70/30, 90/30, así como de 100/0.

Los scaffolds caracterizados fueron copolimerizados según se explica en el apartado “5.4.2. Proceso de copolimerización de scaffolds de P(mLLA-co-HEA)”, mediante el empleo de plantillas porosas compuestas por microsferas de polimetil metacrilato (PMMA), con un tamaño de esfera comprendido entre 90 a 120  $\mu\text{m}$ .

Antes de proceder a la copolimerización de los scaffolds, se caracterizaron dichas plantillas de porógeno. Los aumentos obtenidos varían de 25 a 200. Para no dañar la superficie de las mismas se han realizado las caracterizaciones con un voltaje de 15 kV.

En la Figura 66, Figura 67 y Figura 68 se pueden apreciar los resultados obtenidos:

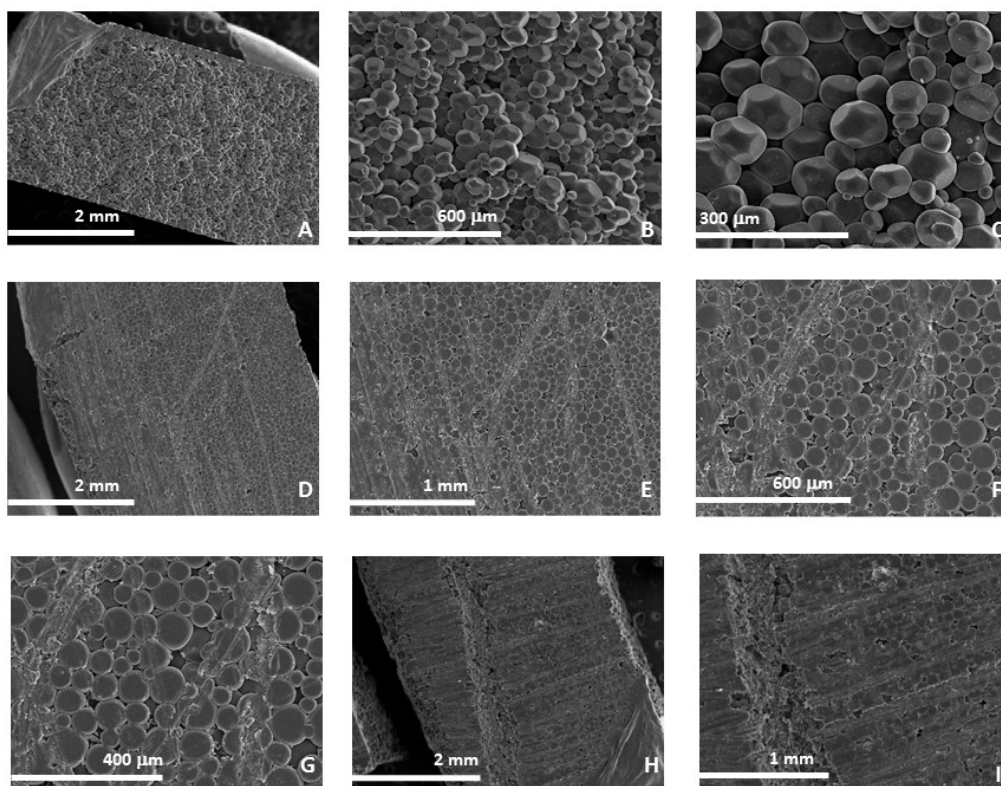


Figura 66 - Plantilla 1 - Caracterización en S.E.M.

Las distintas tomas se corresponden con:

- A, B, C: Vista de Fractura
- D, E, F, G: Vista de Cara A
- H, I: Vista de Cara B

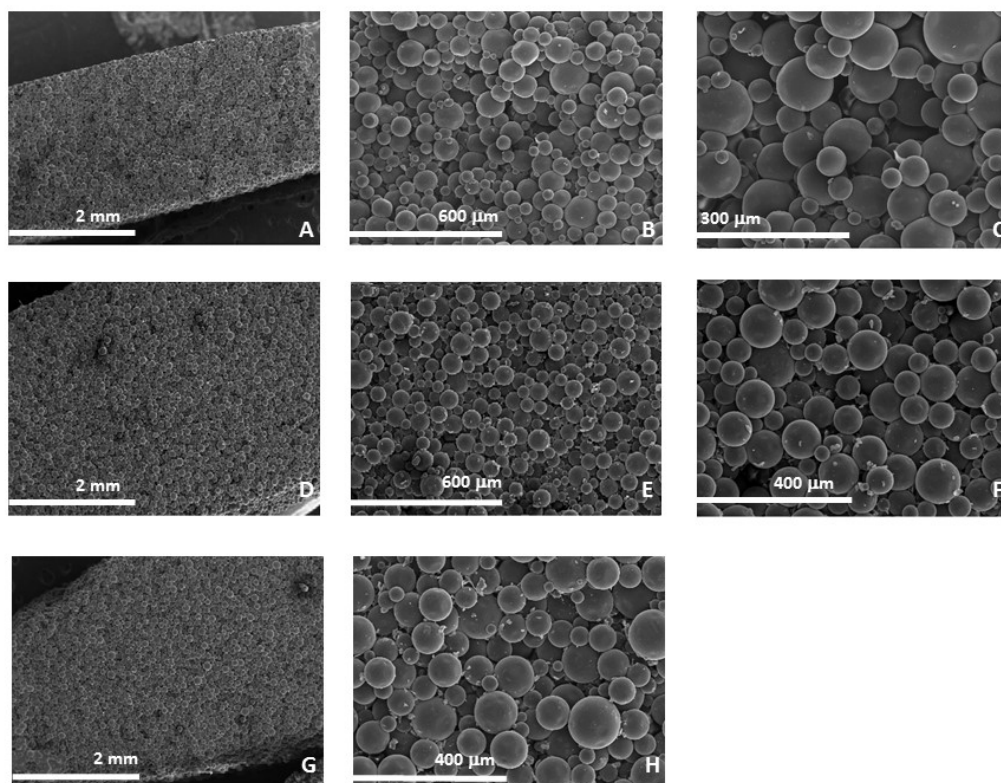


Figura 67 - Plantilla 2 - Caracterización en S.E.M.

Las distintas tomas se corresponden con:

- A, B, C: Vista de Fractura
- D, E, F: Vista de Cara A
- G, H: Vista de Cara B

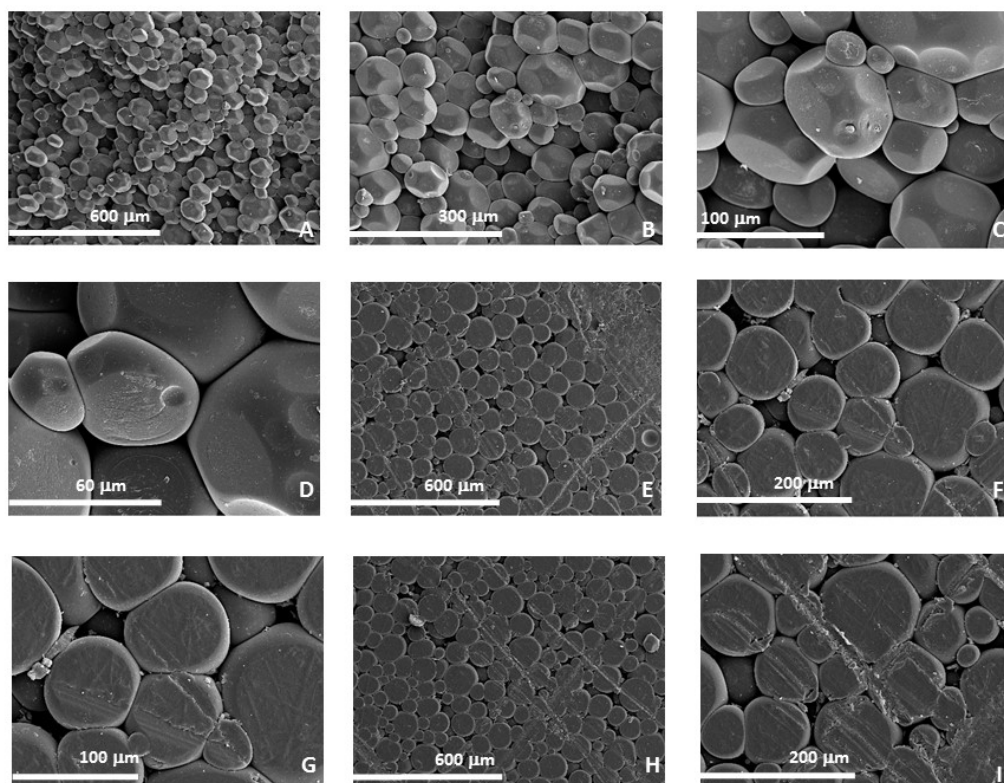


Figura 68 - Plantilla 4 - Caracterización en S.E.M.

Las distintas tomas se corresponden con:

- A, B, C, D: Vista de Fractura
- E, F, G: Vista de Cara A
- H, I: Vista de Cara B

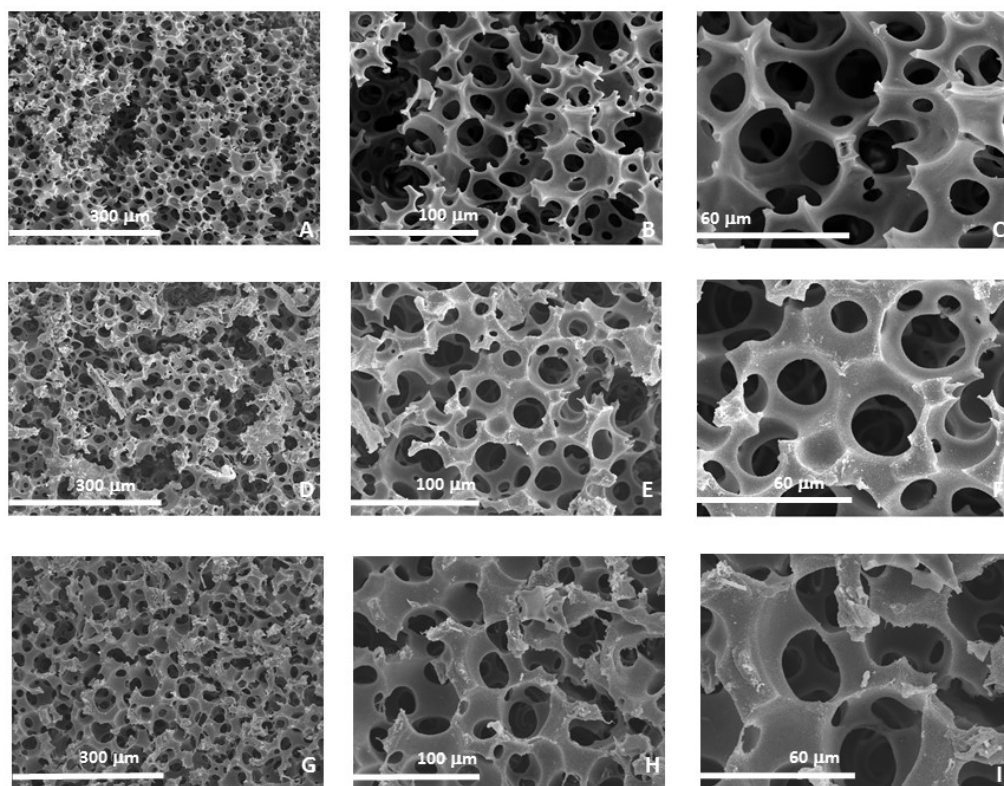
Como se puede observar en las ilustraciones, las plantillas 1 y 4 se encuentran en un estado idóneo para su procesado, situándose las microsferas de las que están compuestas lo suficientemente comprimidas y sin llegar a fundirse. Sin embargo, en la plantilla 2 se puede observar claramente cómo las microsferas no se llegan a comprimirse suficientemente, quedando prácticamente sueltas entre ellas.

Una vez finalizado el proceso de copolimerización, como se indica en el apartado “5.4.3. Proceso de lavado de scaffolds”, es necesario disolver las plantillas de PMMA que actúan como porógeno mediante el empleo de acetona, procediendo posteriormente al intercambio de solvente a agua.

Para examinar la estructura de los scaffolds obtenidos, se procedió a liofilizar los mismos tras el intercambio de solvente a agua, de modo que se conservasen en la medida de lo posible sus estructuras intactas, y así mismo, se procedió a la fractura criogénica, asegurándose de este modo la integridad de las muestras.



En la Figura 69, Figura 70 y Figura 71, se pueden apreciar los resultados obtenidos:



*Figura 69 - Scaffold P(mLLA-co-HEA) 100/0 - Caracterización en S.E.M.*

Las distintas tomas del scaffold se corresponden con:

- A, B, C: Vista de Fractura
- D, E, F: Vista de Cara A
- G, H I: Vista de Cara B

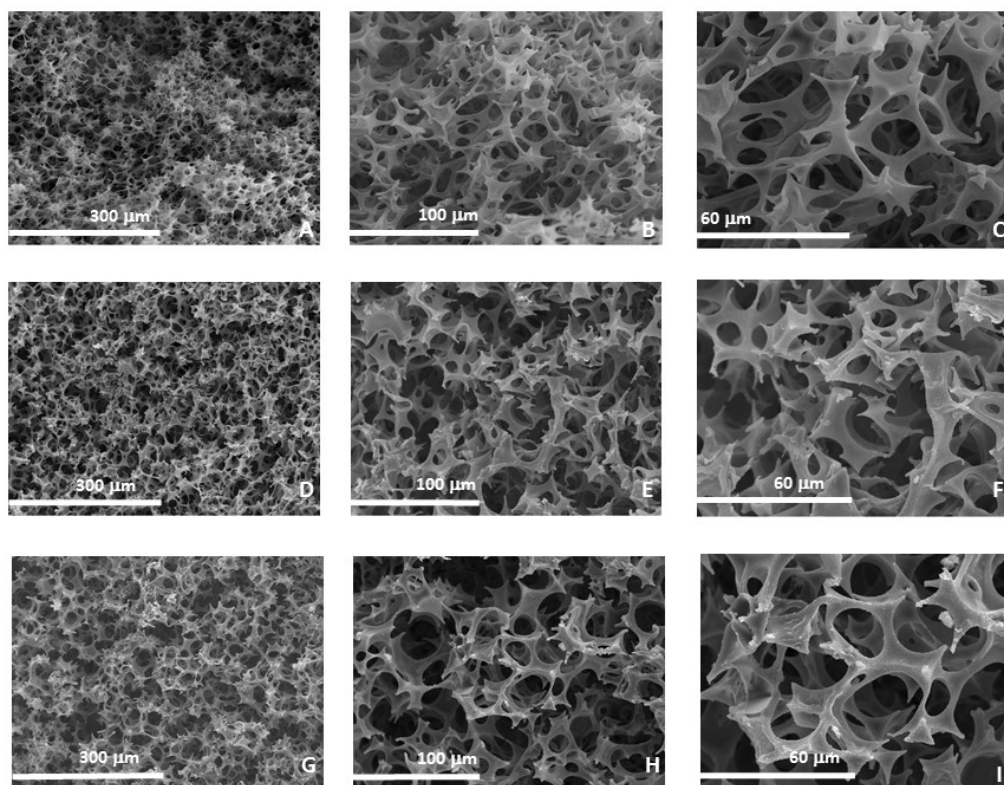


Figura 70 - Scaffold P(mLLA-co-HEA) 90/10 - Caracterización en S.E.M.

Las distintas tomas del scaffold se corresponden con:

- A, B, C: Vista de Fractura
- D, E, F: Vista de Cara A
- G, H I: Vista de Cara B

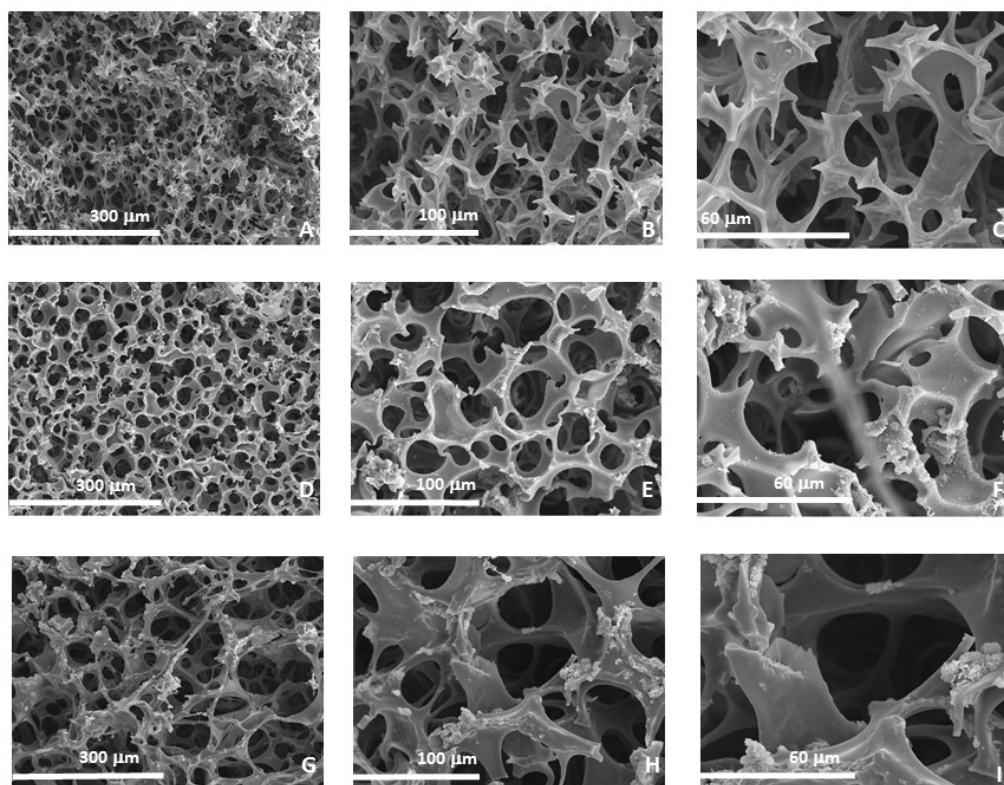


Figura 71 - Scaffold P(mLLA-co-HEA) 70/30 - Caracterización en S.E.M.

Las distintas tomas del scaffold se corresponden con:

- A, B, C: Vista de Fractura
- D, E, F: Vista de Cara A
- G, H I: Vista de Cara B

Como se puede observar en las ilustraciones, tanto en las caras como en las secciones se mantienen los poros irregulares obtenidos mediante el uso de porógeno, completamente abiertos y con un tamaño de poro entre 15 y 60  $\mu\text{m}$ , concatenándose las trabéculas aleatoriamente a lo largo del scaffold, por lo que se considera el proceso de copolimerizado correcto. La selección de una relación de P(mLLA-co-HEA) u otra quedará supeditada al resto de caracterizaciones.

### 6.3.3. Contenido de agua de equilibrio

En este apartado se va a estudiar la capacidad de hinchado del sistema desde dos puntos de vista:

- Cálculo de la fracción másica de solvente respecto a la masa hinchada  $\omega$  [%] según la Ecuación 2.

- Cálculo de la fracción másica de solvente respecto a la masa seca  $w$  [%] según la Ecuación 3.

En el caso de los scaffolds de P(mLLA-co-HEA), se ha realizado un scaffold por cada una de las composiciones estudiadas, obviando la 0/100 puesto que por sus características estructurales no tiene validez para el uso final del soporte (regeneración de cartilago/hueso).

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 27 y la Figura 72:

Tabla 27 - P(mLLA-co-HEA) - Capacidad de hinchado del sistema (scaffold)

	peso en seco [mg]	peso en hinchado [mg]	$\omega$ [%]	$w$ [%]
S. 100/0 (2-1)	85,35	472,25	81,93%	453,31%
S. 90/10 (2-1)	55,95	501,85	88,85%	796,96%
S. 70/30 (1-2)	13,63	393,80	96,54%	2789,21%

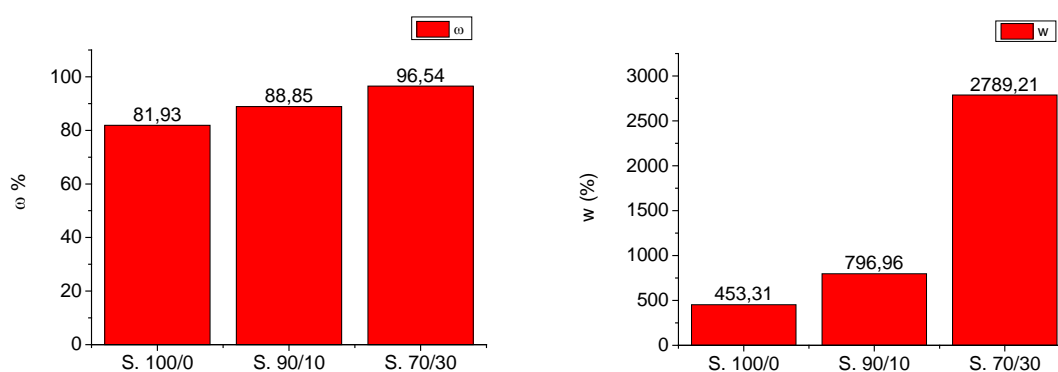


Figura 72 - P(mLLA-co-HEA) - Capacidad de hinchado del sistema (scaffold)

Como se puede observar, conforme aumenta la relación de PHEA en el copolímero, aumenta su capacidad de hinchado, lo cual era de esperar debido a la mayor hidrofiliidad del mismo.

#### 6.3.4. Porosidad

En este apartado se va a proceder al cálculo de la porosidad, según la Ecuación 5.

Para realizar los cálculos ha sido necesaria la interpolación de los datos obtenidos de la Figura 73, para obtener el valor del volumen específico para la relación de P(mLLA-co-HEA) 90/10, como se puede apreciar en la Figura 74.

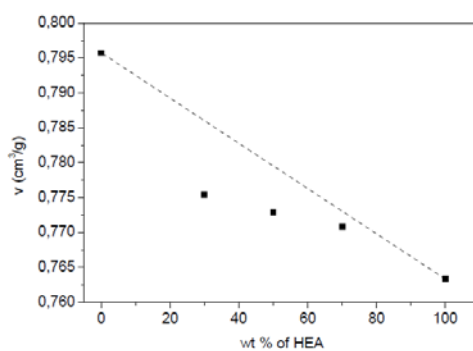
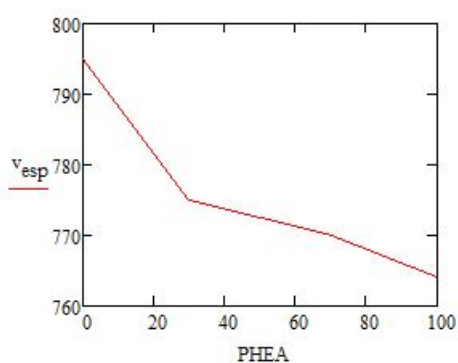


Figura 73 - Volumen específico del HEA vs. wt [%], [39]



$$v_{\text{esp}}(10) = 0.787$$

Figura 74 - Interpolación de datos V.esp. vs wt[%] de HEA

En la Tabla 28 y la Figura 75 quedan reflejados los resultados dicho cálculo:

Tabla 28 - Cálculo de porosidad de scaffolds

	$\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ [kg/m <sup>3</sup> ]		m.m [mg]	m.h [mg]	wf [%]	$\pi$ [%]
S. 100/0 (2-1)	$\rho$ P(mLLA-co-HEA) [kg/m <sup>3</sup> ]	795,00	85,35	472,25	16,08%	77,66%
S. 90/10 (2-1)	$\rho$ P(mLLA-co-HEA) [kg/m <sup>3</sup> ]	787,00	55,95	501,85	24,46%	85,88%
S. 70/30 (1-2)	$\rho$ P(mLLA-co-HEA) [kg/m <sup>3</sup> ]	775,00	13,63	393,80	57,13%	95,49%

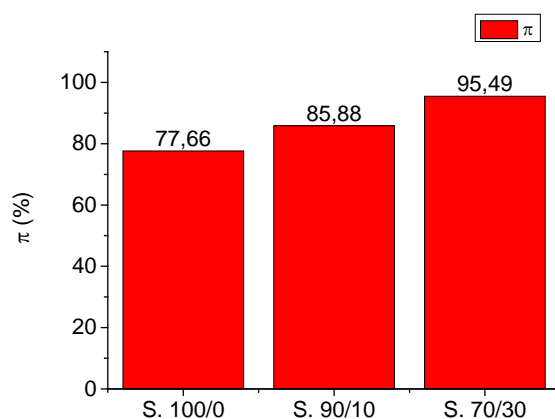


Figura 75 - Cálculo de porosidad de scaffolds

Como se puede observar, la porosidad aumenta disminuyendo la sección en las trabéculas de los scaffolds conforme aumenta la cantidad de PHEA en el compuesto, como se puede observar en las tomas obtenidas mediante S.E.M.

#### 6.3.5. Compresión: Caracterización de las propiedades mecánicas

En este apartado se van a estudiar las propiedades mecánicas de los scaffolds de P(mLLA-co-HEA) sometidos a compresión, para las distintas composiciones (100/0, 90/10, 70/30) en el equipo Microtest, obviando la relación 0/100 puesto que por sus características estructurales no tiene validez para el uso final del soporte (regeneración de cartílago/hueso).

En la Tabla 29, la Figura 76 y la Figura 77 se pueden observar los resultados obtenidos:

Tabla 29 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de scaffolds en Microtest

muestra	módulo de Young [MPa]
S. 100/0 (2-1)	1,24
S. 90/10 (2-1)	0,39
S. 70/30 (1-2)	0,32

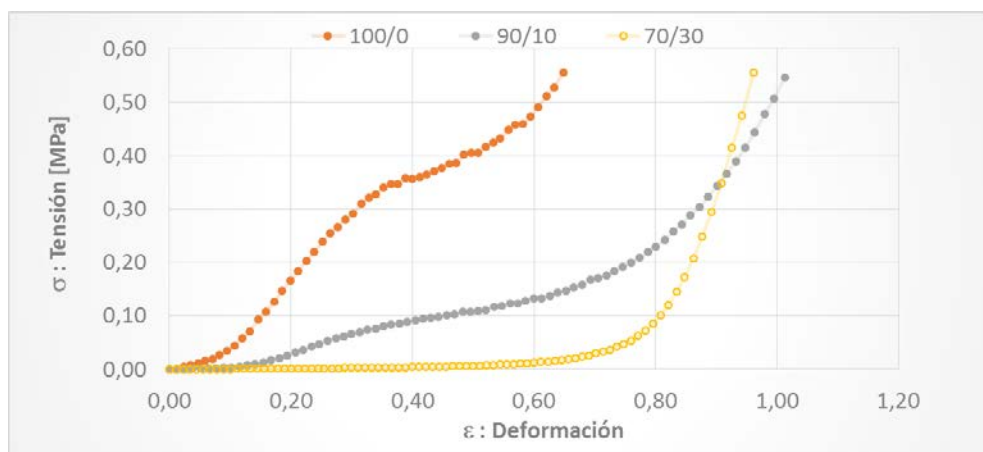


Figura 76 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de scaffolds en Microtest

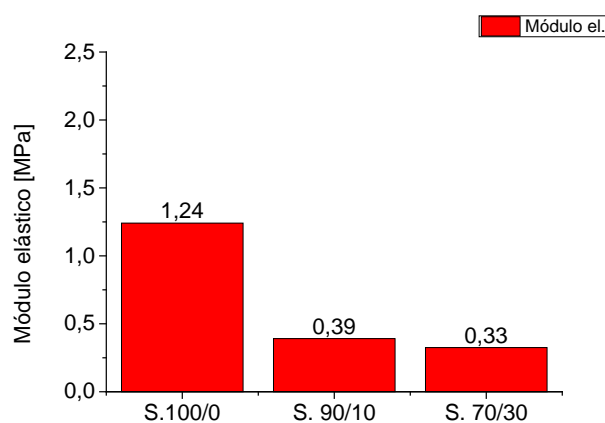


Figura 77 - P(mLLA-co-HEA) - Compresión de scaffolds en Microtest

En los ensayos a compresión se configura el equipo para que comprima la muestra ensayada hasta el valor del espesor de la misma a velocidad constante. En determinadas ocasiones el ensayo se detiene antes de alcanzar dicho valor, debido a que se alcanza la compresión máxima que el equipo es capaz de aplicar a la muestra (caso de las composiciones 100/0 y 90/10). En la relación 70/30 se alcanza el final de rampa o compresión completa de la muestra.

Las tres composiciones ensayadas se comportan de modo similar, obteniendo las dos primeras composiciones (100/0 y 90/10) prácticamente la misma caracterización, y aumentando hasta un 40% el módulo de Young de la relación 70/30, respecto de las anteriores. Este aumento se refleja prácticamente en su totalidad en el aumento de deformación respecto al resto de composiciones, al tratarse de un polímero de PHEA puro.

## 7. CONCLUSIONES

El objetivo general perseguido en el presente proyecto es el de mejorar los soportes sintéticos actualmente existentes, destinados a la medicina regenerativa, de modo que se mantengan sus características básicas de biocompatibilidad y biodegradabilidad, mejorándolas en los aspectos funcionales como las porosidad (para asegurar el alojamiento de células y el aporte de nutrientes y extracción de sustancias de desecho) y las propiedades mecánicas (para asegurar el soporte de cargas una vez implantados).

Los materiales empleados en el desarrollo del mismo han sido redes de ácido poliláctico (PLLA) de comportamiento hidrófobo, cristalino y biocompatible, el polihidroxietil acrilato (PHEA), polímero hidrófilo y amorfo y sus copolímeros, para el desarrollo de membranas porosas de soporte en la regeneración de cartílago y hueso.

El principal objetivo ha sido el de mejorar la combinación ya estudiada de PCL y HEA, entre otras, variando la composición con un material igualmente biocompatible, así como biodegradable (PLLA), pero persiguiendo la consecución de un producto con mejores características mecánicas tanto a temperatura ambiental como corporal, además de una disminución de forma controlada de los tiempos de degradación, sin que ello perjudique las características funcionales necesarias para el uso final del producto, como son la porosidad y la necesidad de sintetizarlo en finas capas, siempre teniendo en cuenta que el destino del soporte es su implantación en un ambiente húmedo con constante interacción celular.

El copolímero con relación 70/30 sintetizado empleando como porógeno el dioxano (film) no mantiene su porosidad abierta, a pesar de que el intercambio desde el hinchado en un buen solvente (dioxano) hasta un mal solvente (agua) se haya realizado de manera controlada. El producto resultante es una membrana que sólo es porosa por las caras externas pero sin continuidad de poros, colapsando la parte central del mismo. Para generar estructuras porosas es necesario emplear plantillas de macroporógeno de apoyo.

Los scaffolds obtenidos mediante plantillas de porógeno, con composiciones 100/0, 90/10 y 70/30 son altamente porosos. Tienen un módulo elástico a compresión que disminuye con la cantidad de PHEA desde 1241 kPa hasta 0.325 kPa, debido al aumento de la porosidad y de la cantidad de componente elástico.

Tras los ensayos y en vista de los resultados obtenidos, se descarta categóricamente la relación 100/0 por su fragilidad extrema, así como la relación 0/100 por su extrema elasticidad. Ambas composiciones son inviables para el uso final al que va destinado el material, en cuanto a características mecánicas se refiere.

En lo referente a la relación 90/10, a pesar de que tener mayor módulo de Young, dicha relación posee mayor aguante a tensión en detrimento de la deformación, por lo que se considera que no es lo suficientemente elástico para un uso enfocado a cartílago, siendo más adecuado su uso en hueso.



Por último, la relación 70/30 se puede considerar la más polivalente, obteniendo unas características mecánicas idóneas tanto para uso en cartílago como en hueso.

A raíz de este estudio, y teniendo en cuenta los límites inherentes a los materiales que componen el producto final, como el bajo grado de biodegradabilidad de las cadenas de PHEA a pesar de su hidrofiliidad, y considerando la relación 70/30 como la máxima en cuanto a proporción de PHEA en el compuesto, la línea a seguir pasa por buscar el compromiso de la relación entre 90/10 y 70/30, mayorando el mayor módulo de Young y sacrificando el mínimo en cuanto a deformación se refiere. Al variar la relación invirtiendo menos PHEA en la misma, se obtendrán mejores tiempos de degradado.



## II. PLIEGO DE CONDICIONES



## 1. INTRODUCCIÓN

El Pliego de Condiciones tiene como fin recoger las exigencias de índole técnica y legal que se han de tener en cuenta a la hora de realizar los ensayos objeto de este estudio.

El presente pliego establece los elementos, equipos, necesidades y condiciones de operación de las distintas experiencias, establecidas por la necesidad de investigación en el campo de los biomateriales con aplicación en ingeniería tisular para la medicina regenerativa.

El pliego se divide en condiciones generales y condiciones particulares.

## 2. CONDICIONES Y NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

La finalidad del presente apartado es la de regular la ejecución del proyecto, protegiendo por ende al promotor y al autor del proyecto delimitando las funciones que corresponden a cada una de ellos, así como a las composiciones entre todos ellos, describiendo una serie de normas de carácter general y de obligado cumplimiento para cualquier tipo de proyecto de estas características.

Se distinguen tres apartados:

- Condiciones facultativas.
- Condiciones económicas.
- Condiciones legales.

### 2.1. Condiciones generales facultativas

#### PROMOTOR DEL PROYECTO

El promotor del presente proyecto es la Dra. Dña. Gloria Gallego Ferrer, que actúa en representación del Centro de Biomateriales e Ingeniería Tisular de la Universidad Politécnica de Valencia.

El proyecto tiene una justificación académica como Trabajo Final de Grado del proyectista, para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Mecánica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia.

#### OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL PROYECTISTA

El proyectista tiene las siguientes obligaciones:

- Cumplir la legislación vigente.
- Cumplir la normativa vigente de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño respecto a la realización del Trabajo Final de Grado.
- Actuar según las indicaciones del director del proyecto (promotor).
- Consultar al promotor del proyecto cualquier modificación de las especificaciones iniciales, así como proponer soluciones alternativas a los problemas que se planteen.
- Informar periódicamente al promotor del estado en que se encuentra el proyecto.
- Respetar las leyes de derechos de autor.

Asimismo, tiene los siguientes derechos:

- Disponer del equipo y material necesario para la realización de los ensayos.

- Recibir solución a los problemas técnicos no previstos que aparezcan durante la ejecución del proyecto y no imputables a una mala ejecución del mismo.
- Disponer de las especificaciones de los equipos empleados.
- Ser informado por el promotor de los derechos legales sobre el proyecto.

#### FACULTADES DEL PROMOTOR DEL PROYECTO

El promotor del presente proyecto tiene las facultades que se asignan por las leyes vigentes durante la realización del proyecto, la reglamentación de la Universidad Politécnica de Valencia y la de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la universidad.

Igualmente tiene facultad para cambiar alguna de las especificaciones del proyecto, siempre y cuando dicha modificación no suponga un perjuicio claro para el proyectista, al alterar parte del trabajo realizado.

#### COMIENZO, RITMO Y PLAZOS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El comienzo del proyecto vendrá indicado por el promotor. En caso de discrepancias sobre la fecha de inicio del proyecto, se tomará la fecha en que se aprobó el título del proyecto por parte de la comisión correspondiente.

El ritmo de trabajo será el disponible por parte del proyectista, siempre de forma razonada y justificada ante el promotor.

De la misma forma, el plazo de entrega se establecerá por mutuo acuerdo entre el proyectista y el promotor, pero este último siempre podrá exigir un tiempo no excesivo.

El proyectista se compromete a realizar el proyecto según lo expuesto en la memoria y a entregarlo en la fecha acordada.

#### 2.2. Condiciones generales económicas

Por las características docentes del trabajo final de grado, no está previsto específicamente ninguna retribución económica para el proyectista en concepto de honorarios.

No obstante, a continuación se hace la valoración que se realizaría si el proyecto no fuera de carácter académico, describiéndose las composiciones económicas que deben existir entre el proyectista y un supuesto cliente.

#### FIANZAS

El Centro de Biomateriales, depositará en el momento de la adjudicación del proyecto y antes del inicio de los ensayos una fianza como garantía. En caso de demora en el abono de la fianza, esta se

incrementará en un %. El resto del valor total del proyecto será abonado una vez verificados los ensayos realizados.

Tras concertar el periodo máximo de realización del proyecto entre el proyectista y el cliente, se acuerda la cantidad a abonar por cada día de demora sobre la fecha acordada.

#### COMPOSICIÓN DE PRECIOS

Los precios aplicados al proyecto están en consonancia con las disposiciones acordadas en los convenios en que tiene ámbito. Así, las tarifas empleadas en la mano de obra corresponden a las vigentes para un Graduado en Ingeniería Mecánica realizando tareas de laboratorio.

### 2.3. Condiciones generales legales

#### RECONOCIMIENTO DE MARCAS REGISTRADAS

El autor del presente proyecto y su promotor reconocen públicamente las marcas registradas que aparezcan durante su desarrollo y su ejecución, así como los derechos de autor en la bibliografía consultada y utilizada.

#### DERECHOS DE AUTOR

Los derechos de autor del presente proyecto son los estipulados por las leyes y la reglamentación vigentes en el momento del comienzo del proyecto.

#### CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

El promotor del proyecto puede rescindir del contrato con el proyectista cuando se den las siguientes causas:

- Retraso excesivo en la ejecución del proyecto.
- Por un abandono del proyecto sin causa justificada.
- Por causas administrativas.
- Por mutuo acuerdo entre las partes implicadas, siempre y cuando ninguna de ellas se vea claramente perjudicada.

Cualquier discrepancia o desacuerdo deberá ser resuelta según lo establecido en los estatutos de la Universidad Politécnica de Valencia.

#### ACCIDENTES DE TRABAJO



El contratista adoptará las medidas de seguridad que sean necesarias para evitar cualquier tipo de accidente. Del mismo modo, cumplirá la normativa en cuanto a Seguridad e Higiene en el trabajo.

La instalación eléctrica dispondrá de una toma de tierra, según lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### 3. CONDICIONES PARTICULARES

En este apartado se incluye las medidas de seguridad de los reactivos empleados, las especificaciones técnicas de los principales equipos, y las condiciones particulares a tener en cuenta a la hora de realizar cada uno de los ensayos.

#### 3.1. Fichas de seguridad de los reactivos empleados

Para conocer las medidas de seguridad que deben adoptarse a la hora de realizar los distintos ensayos en el laboratorio, es conveniente conocer los riesgos asociados de cada reactivo empleado. Para ello, se adjuntan las fichas de seguridad de los mismos en el anexo, de modo que no se perturbe la lectura del proyecto.

#### 3.2. Fichas técnicas de los equipos

Los elementos y materiales utilizados cumplen lo requerido en cuanto a su fabricación y ensayos, según la última edición de la norma UNE, publicada por AENOR, referente a cada elemento o material especificado. A falta de una norma UNE para un equipo concreto se aplicará la norma europea más exigente (restrictiva).

A continuación se muestran las especificaciones técnicas de los distintos equipos utilizados en el desarrollo experimental del presente proyecto.

##### 3.2.1. Balanza de precisión

Marca / Modelo	Sartorius BP 211D
Carga máxima	210 g
Precisión	0,01mg (80g) ;0,1mg (210g)

##### 3.2.2. Balanza de alta precisión

Marca / Modelo	METTLER TOLEDO Ax205
Carga máxima	220 g
Precisión	0.01 mg

## 3.2.3. Hornos eléctricos

Marca	J. P. SELECTA
Consumo	900-2000 W (según modelo)
Capacidad	32-135 litros (según modelo)
Tensión de alimentación	115-230 V 50/60 Hz (según modelo)
Temperatura máxima	250°C
Homogeneidad	+/- 4 K
Estabilidad	+/- 1 K
Error termómetro	+/- 1 K
Peso	40-83 kg (según modelo)

## 3.2.4. Infrarrojos con Transformada de Fourier (FT-IR)

Marca	Nicolet Nexus
Precisión	4 cm <sup>-1</sup>
Rango	500-4000 cm <sup>-1</sup>
Condiciones de operación	Transmisión, reflexión, ATR

## 3.2.5. Microscopio óptico

Marca	Nikon ECLIPSE E600
Poder de Voltaje	100-120 V AC +/- 10%, 50/60 Hz, 2.4 A
Fusible interno	125 V, 5A
Lámpara	12 V DC, lámpara halógena 100 vatios (OSRAM HLX 64623 ó PHILIPS 7724)
Condiciones de operación	Ambientales

## 3.2.6. Microscopio Electrónico de Barrido (SEM)

Marca	Jeol JSM 5410
Voltaje	5 - 50kV
Aumentos	10 - 200000
Fuente	LaB6
Resolución	250 Å
Vacío	10-7 bars

### 3.2.7. Equipo de compresión

Marca / Modelo	Microtest
Fuerza máxima aplicable	-15N
Deformación máxima de la máquina	100 $\mu\text{m}$

### 3.2.8. Liofilizadora

Capacidad del condensador (kg/24 h)	6
Temperatura final del condensador ( $^{\circ}\text{C}$ )	<-85
Número de compresores	2
Peso de la unidad base (kg)	70
Consumo eléctrico (kW)	1.4
Dimensiones unidad base (An. x Alt. X Lar.)	425 x 480 x 575
Alimentación eléctrica	
Voltaje (V)	230
Frecuencia (Hz)	50
Dimensiones cámara con 8 válvulas de expansión (D x Lar.) (mm)	490 x 470
Material del condensador	Acero AISI 316 L

## 3.3. Condiciones para los distintos ensayos

Para concluir el proyecto, se describen las condiciones particulares a tener en cuenta a la hora de realizar cada uno de los ensayos para el correcto uso del material, así como para prevenir riesgos y mantener la higiene en el trabajo.

### 3.3.1. Condiciones de equipamiento en el laboratorio (Seguridad e Higiene)

Aunque no se esté manipulando ningún monómero u/o producto tóxico/nocivo, es de obligado cumplimiento el uso de un equipo mínimo de protección en el laboratorio.

Dicho equipo mínimo consiste en el empleo de Equipo de Protección Individual (EPI), formado por bata, guantes, gafas de seguridad y máscara de protección antigás. Esta última se emplea cuando el ensayo o la situación del laboratorio lo requieren.

Para evitar contaminar el laboratorio, cuando se trabaja con sustancias tóxicas es necesario el uso de las campanas de extracción. Se debe poner papel absorbente sobre la mesa de trabajo para poder absorber los posibles derrames. Una vez finalizado el trabajo, se lava correctamente el material de laboratorio. Se emplea agua y jabón para eliminar los restos de reactivos o materiales.

A continuación se enjuaga con agua destilada para eliminar los iones del agua de red, y por último con acetona o etanol para facilitar el secado.

Adicionalmente, dependiendo de en qué zonas se esté trabajando y del material procesado será necesario el uso de máscara de partículas y gafas de protección.

### *3.3.2. Condiciones para la manipulación de monómeros.*

Debido a que los monómeros son compuestos volátiles, tóxicos y en algún caso muy irritantes, siempre que se trabaja con ellos se debe usar una máscara de vapores y gases con filtro de protección para evitar su inhalación. Además deben emplearse guantes resistentes a los productos químicos y gafas de seguridad que impidan el contacto con los ojos tanto del monómero como de los vapores desprendidos.

La manipulación del monómero se debe realizar siempre bajo campana extractora. Se debe evitar la exposición prolongada o repetida al monómero y lavarse cuidadosamente después de la manipulación.

Se debe mantener alejado de las fuentes de calor y conservarlo herméticamente cerrado en el refrigerador, marcado con el contenido y fechado.

### *3.3.3. Condiciones para el Uso de la Balanza Analítica de Alta Precisión*

La balanza debe estar situada sobre una superficie horizontal, libre de vibraciones y alejada de corrientes fuertes de aire. Se debe comprobar que la balanza esté calibrada antes de realizar una medida.

Es necesario disponer de un recipiente de pesada para evitar colocar la muestra directamente sobre el platillo de la balanza. Este recipiente debe estar limpio y se ha de tarar antes de colocar la muestra. Antes de leer el resultado de la pesada, se debe cerrar el corta-aíres y esperar a que se estabilice la balanza.

### *3.3.4. Condiciones para el uso de sistema de vacío (desecadores VACUO)*

Este equipo no debe utilizarse para el secado de productos que puedan desprender vapores o formar mezclas explosivas o inflamables.

Antes de conectar el sistema de vacío hay que comprobar que el nivel de aceite de la bomba se encuentra entre los límites señalados.

El sistema de vacío está compuesto por varios desecadores colocados en serie de tal forma que antes abrir cualquiera de ellos se ha de comprobar el estado de las válvulas del resto de desecadores. Asegurarse de que todas las llaves están cerradas antes de usar la bomba de vacío, ya que se puede romper el vacío del interior de algún desecador y puede provocar que las muestras se muevan.

Limpiar las partes de acero inoxidable y de plástico con alcohol y utilizando paños no abrasivos.

### *3.3.5. Condiciones para la Gestión de Residuos*

Los residuos de reactivos deben gestionarse adecuadamente, por lo que nunca deben tirarse a la pila. Deben depositarse en el contenedor destinado a cada tipo de residuo que ha de encontrarse correctamente identificado. Posteriormente estos residuos son enviados a la Oficina Verde que se encarga de su tratamiento.

### *3.3.6. Condiciones para la preparación de las muestras.*

#### *3.3.6.1. Síntesis del macrómero*

Se recomienda lavar los materiales utilizados durante la síntesis bajo campana por precaución.

Es recomendable durante el proceso de la síntesis del macrómero cerrar la llave de paso del embudo siempre, antes de inyectar el reactivo correspondiente ya que podría afectar a la reacción.

Hay que recordar poner siempre la sonda térmica durante la etapa caliente de la síntesis para poder controlar que la reacción tenga lugar alrededor de 80°C.

#### *3.3.6.2. Polimerización de los films*

En primer lugar en cuanto al proceso de polimerización y las condiciones de trabajo durante el mismo, es necesario recordar siempre, que en primer lugar, se debe encender el ozono del laboratorio y el de la campana de extracción donde se va a realizar la polimerización. Consecuentemente es necesario mantener durante la manipulación de los reactivos la guillotina de la campana siempre bajada.

Es recomendable identificar en cada vaso o bote lo que contiene para que no haya ningún accidente ni contaminación del producto. El lugar del trabajo también es recomendable identificarlo con nombre y fecha.

Es aconsejable intentar verter en el vaso lo aproximadamente necesario para el uso, ya que el resto no se devolverá a la botella, si no que se considera residuo.

El material utilizado con posibilidad de reutilizarlo (espátula metálica, vasos precipitados, imán, chupete...), se deja sumergido en un vaso de precipitados con acetona 24 horas para eliminar olores y restos de monómero.

El material no reutilizable (pipetas, guantes, papel, jeringas, filtros) se depositará en el contenedor correspondiente “papel/plástico/guantes/vidrio contaminado con monómero” dentro de una bolsa zip para su posterior gestión.

#### 3.3.6.3. Plantillas de PMMA

En cuanto a la realización de las plantillas de PMMA en la prensa para la polimerización con porógenos, es conveniente recomendar que durante la manipulación de los platos calientes la puerta de la prensa no debe abrirse bajo ningún concepto. Caso de hacerlo el mecanismo del pistón deja de funcionar.

También se debe saber, que los residuos generados durante la realización de las plantillas, se considerarán residuos contaminados con monómero y han de depositarse en su lugar correspondiente.

Como precaución a recordar, se debe realizar todo el proceso bajo la protección de guantes, bata y una máscara con filtro de polvos, además de los guantes de protección térmica encima de los primeros cuando se toquen los moldes de acero caliente.

#### 3.3.7. Condiciones para los Ensayos en el Equipo (FT-IR)

Se selecciona el accesorio que corresponda según se vaya a realizar una prueba para polvo o para film.

Caso de polvo, se realizará un testeo del accesorio mediante el porta muestras con espejo.

Se debe realizar previo a la medida de la muestra un barrido (del inglés “background”) Éste da un blanco que luego divide al espectro de la muestra para quitarle el efecto del aire (agua y CO<sub>2</sub>). Tanto del barrido como de la muestra, el equipo hace 128 espectros consecutivos y saca la media de éstos para obtener el espectro final de la muestra. Los espectros de background deben hacerse lo más seguido posible al de la muestra para que no cambien las condiciones ambientales.

Se emplea el software OMNIC. Se debe tener mucho cuidado con el cristal situado en la base metálica del accesorio ATR. Siempre se deben utilizar pinzas de plástico (no metálicas) para evitar rayarlo, y tener cuidado de no romperlo al ajustar la presión con la rueda destinada al efecto.

Caso de film, éste se puede quedar adherido en la parte superior del ATR, por este motivo, en cada medida, se coloca un trozo de papel de aluminio para evitar su adherencia.

Para emplear el equipo únicamente hay que conectar el ordenador y la pantalla.

No se debe apagar el FT-IR, siempre debe estar encendido ya que tiene una placa calefactora que impide condensar la humedad, crítica para el FT-IR. Si por algún motivo se apaga el equipo, hay que comprobar que está iluminado en azul el indicador del desecante, situado en la parte superior izquierda. Si estuviera de color pálido o diferente, se debe secar a vacío todo el desecante situado en el interior o llamar al servicio técnico.

No obstante, de vez en cuando, debe controlarse el color del indicador del desecante, y en caso de que la señal no sea azul, debe actuarse del modo explicado anteriormente.

#### *3.3.8. Condiciones para el Uso del SEM*

Las muestras de PLLA, PHEA y P(mLLA-co-HEA) se deben manipular con unas pinzas romas y con poca presión, para evitar aplastar los poros, objetivos de este proyecto.

La pasta de carbón se coloca en una esquina de la muestra y en poca cantidad, ya que esa zona de la muestra sólo va a servir de unión entre la muestra el porta.

Será necesario untar las muestras ligeramente con un puente de oro, o plata entre las mismas y el porta, puesto que las muestras son dieléctricas.



# ANEXOS

Fichas de seguridad de los reactivos empleados



## 1. L-Lactida

### SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto: (3S-cis)-3,6-Dimetil-1,4-dioxano-2,5-diona

Referencia: 367044

Marca: Aldrich

REACH No. : Un número de registro no está disponible para esta sustancia, ya que la sustancia o sus usos están exentos del registro, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior

No. CAS: 4511-42-6

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados: Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía: Sigma-Aldrich Quimica, S.L.  
Ronda de Poniente, 3  
Aptdo. Correos 278  
E-28760 TRES CANTOS -MADRID

Teléfono: +34 91 6619977

Fax: +34 91 6619642

E-mail de contacto: eurtechserv@sial.com

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia: 704100087

### SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Irritación ocular (Categoría 2), H319

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.


Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

Xi Irritante R36

El texto completo de las frases R mencionadas en esta Sección, se indica en la Sección 16.

## 2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma	
Palabra de advertencia	Atención
Indicación(es) de peligro	
H319	Provoca irritación ocular grave.
Declaración(es) de prudencia	
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con lavado.
Declaración Suplementaria del Peligro	ninguno(a)

2.3 Otros Peligros - ninguno(a)

## SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

### 3.1 Sustancias

Sinónimos:	L-Lactide
Formula:	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>
Peso molecular:	144,13 g/mol
No. CAS:	4511-42-6
No. CE:	224-832-0

Ingredientes peligrosos de acuerdo con el Reglamento (CE) Nº 1272/2008

Componente	Clasificación	Concentración
<b>(3S-cis)-3,6-Dimethyl-1,4-dioxane-2,5-dione</b>		
No. CAS	4511-42-6	Eye Irrit. 2; H319
No. CE	224-832-0	
		<= 100 %

### Ingrediente peligroso según la Directiva 1999/45/CE

Componente	Clasificación	Concentración
------------	---------------	---------------

<b>(3S-cis)-3,6-Dimethyl-1,4-dioxane-2,5-dione</b>			
No. CAS	4511-42-6	Xi, R36	<= 100 %
No. CE	224-832-0		

Para el texto completo de las frases de Riesgo y Seguridad mencionadas en esta Sección, ver la Sección 16

#### **SECCIÓN 4: Primeros auxilios**

##### 4.1 Descripción de los primeros auxilios

###### Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial.

Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua.

Consultar a un médico.

##### 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11

##### 4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Sin datos disponibles

#### **SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios**

##### 5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

## 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de carbono

## 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

## 5.4 Otros datos

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental**

### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Utilícese equipo de protección individual. Evite la formación de polvo. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evitar respirar el polvo.

Equipo de protección individual, ver sección 8.

### 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

### 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Recoger y preparar la eliminación sin originar polvo. Limpiar y traspalar. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

### 6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

## **SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento**

### 7.1 Precauciones para una manipulación segura

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evítese la formación de polvo y aerosoles.

Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo.

Ver precauciones en la sección 2.2

### 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

Temperatura de almacenaje recomendada: 2 - 8 °C

Hidroliza fácilmente. Manipular y almacenar en atmósfera inerte.

### 7.3 Usos específicos finales

Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2 no se estipulan otros usos específicos

## SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

### 8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

### 8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

#### Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad con protecciones laterales conformes con la EN166 Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

#### Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

#### Protección Corporal

Indumentaria impermeable, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

#### Protección respiratoria

Para exposiciones molestas use respirador de partículas tipo P95 (EE.UU.) o tipo P1 (UE EN 143). Para un nivel de protección mayor use cartuchos de respirador tipo OV/AG/P99 (EE.UU.) o ABEK-P2 (UE EN 143). Usar respiradores y componetes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

#### Control de exposición ambiental

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

**SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas**

## 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a) Aspecto	Forma: sólido
b) Olor	sin datos disponibles
c) Umbral olfativo	sin datos disponibles
d) pH	sin datos disponibles
e) Punto de fusión/ punto de congelación	Punto/intervalo de fusión: 92 - 94 °C - lit.
f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	266 °C a 1.019 hPa - OECD TG 103
g) Punto de inflamación	sin datos disponibles
h) Tasa de evaporación	sin datos disponibles
i) Inflamabilidad (sólido, gas)	El producto no es inflamable. - Inflamabilidad (sólidos)
j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	sin datos disponibles
k) Presión de vapor	sin datos disponibles
l) Densidad de vapor	sin datos disponibles
m) Densidad relativa	1,33 g/cm <sup>3</sup> a 20 °C
n) Solubilidad en agua	16,7 g/l a 20,1 °C - OECD TG 105 - soluble
o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua	sin datos disponibles
p) Temperatura de auto- inflamación	sin datos disponibles
q) Temperatura de descomposición	sin datos disponibles
r) Viscosidad	sin datos disponibles
s) Propiedades explosivas	sin datos disponibles
t) Propiedades comburentes	sin datos disponibles

## 9.2 Otra información de seguridad

Solubilidad en otros disolventes	tolueno > 167 mg/l - soluble
----------------------------------	------------------------------

**SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad**

## 10.1 Reactividad

Sin datos disponibles

## 10.2 Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.



### 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Sin datos disponibles

### 10.4 Condiciones que deben evitarse

Evitar la humedad.

### 10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes

### 10.6 Productos de descomposición peligrosos

Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles

En caso de incendio: véase sección 5

## **SECCIÓN 11: Información toxicológica**

### 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - machos y hembras - > 2.000 mg/kg

(Directriz de Prueba de la OECD No. 423)

DL50 Cutáneo - rata - machos y hembras - > 2.000 mg/kg

(OECD TG 402)

Corrosión o irritación cutáneas

Sin datos disponibles

Lesiones o irritación ocular graves

Sin datos disponibles

Sensibilización respiratoria o cutánea

ensayo in vivo - ratón

Resultado: No provoca sensibilización a la piel.

(Directriz de Prueba de la OECD No. 429)

Mutagenicidad en células germinales

Sin datos disponibles

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

Sin datos disponibles

Peligro de aspiración

Sin datos disponibles

Información Adicional

RTECS: sin datos disponibles

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

## **SECCIÓN 12: Información ecológica**

12.1 Toxicidad

Sin datos disponibles

12.2 Persistencia y degradabilidad

Sin datos disponibles

12.3 Potencial de bioacumulación

Sin datos disponibles

12.4 Movilidad en el suelo

Sin datos disponibles

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

La valoración de PBT / mPmB no está disponible ya que la evaluación de la seguridad química no es necesaria / no se ha realizado

12.6 Otros efectos adversos

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación**

13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

Producto

Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada. Disolver o mezclar el producto con un solvente combustible y quemarlo en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

#### **SECCIÓN 14: Información relativa al transporte**

##### 14.1 Número ONU

ADR/RID: -                      IMDG: -                      IATA: -

##### 14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADR/RID: Mercancía no peligrosa

IMDG: Not dangerous goods

IATA: Not dangerous goods

##### 14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADR/RID: -                      IMDG: -                      IATA: -

##### 14.4 Grupo embalaje

ADR/RID: -                      IMDG: -                      IATA: -

##### 14.5 Peligros para el medio ambiente

ADR/RID: no                      IMDG Marine pollutant: no                      IATA: no

##### 14.6 Precauciones particulares para los usuarios

Sin datos disponibles

#### **SECCIÓN 15: Información reglamentaria**

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Sin datos disponibles

15.2 Evaluación de la seguridad química

Para este producto no se ha llevado a cabo una evaluación de la seguridad química

#### **SECCIÓN 16: Otra información**

Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

Eye Irrit.                      Irritación ocular

H319                              Provoca irritación ocular grave.

El texto completo de las frases-R referidas en los puntos 2 y 3

Xi                                 Irritante

R36                              Irrita los ojos.

Otros datos

Copyright 2014 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Dirijase a [www.sigma-aldrich.com](http://www.sigma-aldrich.com) y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

## 2. Etilhexanoato de estaño

### SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto: Tin(II) 2-ethylhexanoate

Referencia: S3252

Marca: Aldrich

REACH No. : Un número de registro no está disponible para esta sustancia, ya que la sustancia o sus usos están exentos del registro, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior

No. CAS: 301-10-0

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados: Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía: Sigma-Aldrich Quimica, S.L.  
Ronda de Poniente, 3  
Aptdo. Correos 278  
E-28760 TRES CANTOS -MADRID

Teléfono: +34 91 6619977

Fax: +34 91 6619642

E-mail de contacto: eurtechserv@sial.com

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia: 704100087

### SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Irritación cutáneas (Categoría 2), H315

Irritación ocular (Categoría 2), H319

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3), H335

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.


Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

Xi Irritante R36/37/38

El texto completo de las frases R mencionadas en esta Sección, se indica en la Sección 16.

## 2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma	
Palabra de advertencia	Atención
Indicación(es) de peligro	
H315	Provoca irritación cutánea.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
Declaración(es) de prudencia	
P261	Evitar respirar los vapores.
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con lavado.
Declaración Suplementaria del Peligro	ninguno(a)
2.3 Otros Peligros - ninguno(a)	

## SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

### 3.1 Sustancias

Sinónimos:	Stannous octoate Stannous 2-ethylhexanoate 2-Ethylhexanoic acidtin(II) salt
Formula:	$C_{16}H_{30}O_4Sn$
Peso molecular:	405,12 g/mol
No. CAS:	301-10-0

No. CE: 206-108-6

Ingredientes peligrosos de acuerdo con el Reglamento (CE) N° 1272/2008

Comonente	Clasificación	Concentración
<b>Tin(II) bis(2-ethylhexanoate)</b>		
	Skin Irrit. 2; Eye Irrit. 2; STOT SE 3; H315, H319, H335	-

**Ingrediente peligroso según la Directiva 1999/45/CE**

Componente	Clasificación	Concentración
<b>Tin(II) bis(2-ethylhexanoate)</b>		
	Xi, R36/37/38	-

Para el texto completo de las frases de Riesgo y Seguridad mencionadas en esta Sección, ver la Sección 16

**SECCIÓN 4: Primeros auxilios**

4.1 Descripción de los primeros auxilios

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial.

Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua.

Consultar a un médico.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Sin datos disponibles

#### **SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios**

##### 5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

##### 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de carbono, Óxidos de estaño/estaño

##### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

##### 5.4 Otros datos

Sin datos disponibles

#### **SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental**

##### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Utilícese equipo de protección individual. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacuar el personal a zonas seguras.

Equipo de protección individual, ver sección 8.

##### 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

##### 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Empapar con material absorbente inerte y eliminar como un desecho especial. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

##### 6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

#### **SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento**

##### 7.1 Precauciones para una manipulación segura

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina.



Disposiciones normales de protección preventivas de incendio.

Ver precauciones en la sección 2.2

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

7.3 Usos específicos finales

Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2 no se estipulan otros usos específicos

## SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

Componente	No. CAS	Valor	Parámetros de control	Base
Tin(II) bis(2-ethylhexanoate)	301-10-0	VLA-ED	0,1 mg/m <sup>3</sup>	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos - Tabla 1: Límites Ambientales de exposición profesional
	Observaciones	Vía dérmica		
		VLA-EC	0,2 mg/m <sup>3</sup>	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos - Tabla 1: Límites Ambientales de exposición profesional
		Vía dérmica		

8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad con protecciones laterales conformes con la EN166 Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

#### Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

#### Protección Corporal

Indumentaria impermeable, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

#### Protección respiratoria

Para exposiciones molestas use respirador de partículas tipo P95 (EE.UU.) o tipo P1 (UE EN 143). Para un nivel de protección mayor use cartuchos de respirador tipo OV/AG/P99 (EE.UU.) o ABEK-P2 (UE EN 143). Usar respiradores y componenetes testados y aprobados bajo los estandards gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

#### Control de exposición ambiental

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

### SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

#### 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a) Aspecto	Forma: líquido
b) Olor	sin datos disponibles
c) Umbral olfativo	sin datos disponibles
d) pH	sin datos disponibles
e) Punto de fusión/ punto	sin datos disponibles
f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	sin datos disponibles
g) Punto de inflamación	113 °C - copa cerrada
h) Tasa de evaporación	sin datos disponibles
i) Inflamabilidad (sólido, gas)	sin datos disponibles
j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	sin datos disponibles
k) Presión de vapor	sin datos disponibles
l) Densidad de vapor	sin datos disponibles
m) Densidad relativa	1,251 g/cm <sup>3</sup> a 25 °C

n) Solubilidad en agua	sin datos disponibles
o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua	sin datos disponibles
p) Temperatura de auto- inflamación	sin datos disponibles
q) Temperatura de descomposición	sin datos disponibles
r) Viscosidad	sin datos disponibles
s) Propiedades explosivas	sin datos disponibles
t) Propiedades comburentes	sin datos disponibles

## 9.2 Otra información de seguridad

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad**

### 10.1 Reactividad

Sin datos disponibles

### 10.2 Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

### 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Sin datos disponibles

### 10.4 Condiciones que deben evitarse

Sin datos disponibles

### 10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes

### 10.6 Productos de descomposición peligrosos

Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles

En caso de incendio: véase sección 5

## **SECCIÓN 11: Información toxicológica**

### 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 3.400 mg/kg

Inhalación: sin datos disponibles

DL50 Cutáneo - conejo - > 2.000 mg/kg

Observaciones: El contacto prolongado con la piel puede producir irritación de la piel y/o dermatitis.

Corrosión o irritación cutáneas

Piel - conejillo de indias

Lesiones o irritación ocular graves

Ojos - conejo

Sensibilización respiratoria o cutánea

Sin datos disponibles

Mutagenicidad en células germinales

S.typhimurium

Resultado: negativo

Mutagénicidad (ensayo de micronúcleos)

ratón

Resultado: negativo

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

Inhalación - Puede irritar las vías respiratorias.

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

Sin datos disponibles

Peligro de aspiración

Sin datos disponibles

Información Adicional

Toxicidad por dosis repetidas - rata - Oral - Nivel sin efecto adverso observado - 250 mg/kg

RTECS: MO7870000

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

## **SECCIÓN 12: Información ecológica**

### 12.1 Toxicidad

Toxicidad para los peces	Ensayo semiestático CL50 - <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Trucha irisada) - > 116 mg/l - 96 h (OECD TG 203)
Toxicidad para las algas	CE50 - <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (alga verde) - 6,9 mg/l - 72 h (OECD TG 201)

### 12.2 Persistencia y degradabilidad

Sin datos disponibles

### 12.3 Potencial de bioacumulación

Sin datos disponibles

### 12.4 Movilidad en el suelo

Sin datos disponibles

### 12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

La valoración de PBT / mPmB no está disponible ya que la evaluación de la seguridad química no es necesaria / no se ha realizado

### 12.6 Otros efectos adversos

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación**

### 13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

#### Producto

Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada. Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado.

#### Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

**SECCIÓN 14: Información relativa al transporte**

## 14.1 Número ONU

ADR/RID: -                   IMDG: -                   IATA: -

## 14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADR/RID: Mercancía no peligrosa

IMDG: Not dangerous goods

IATA: Not dangerous goods

## 14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADR/RID: -                   IMDG: -                   IATA: -

## 14.4 Grupo embalaje

ADR/RID: -                   IMDG: -                   IATA: -

## 14.5 Peligros para el medio ambiente

ADR/RID: no                   IMDG Marine pollutant: no                   IATA: no

## 14.6 Precauciones particulares para los usuarios

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 15: Información reglamentaria**

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Sin datos disponibles

15.2 Evaluación de la seguridad química

Para este producto no se ha llevado a cabo una evaluación de la seguridad química

**SECCIÓN 16: Otra información**

Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

Eye Irrit.	Irritación ocular
H315	Provoca irritación cutánea.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
Skin Irrit.	Irritación cutáneas
STOT SE	Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

El texto completo de las frases-R referidas en los puntos 2 y 3

Xi	Irritante
R36/37/38	Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

Otros datos

Copyright 2013 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Dirijase a [www.sigma-aldrich.com](http://www.sigma-aldrich.com) y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

### 3. Etilenglicol

#### 1 Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

· Identificador del producto

· Nombre comercial: Etilenglicol, purísimo, envasado en plástico (HDPE)

· Número del artículo: ET0164

· Número CAS:

107-21-1

· Número CE:

203-473-3

· Número de clasificación:

603-027-00-1

· Número de registro 01-2119456816-28-XXXX

· Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

· Categoría de procesos

PROC5 Mezclado en procesos por lotes para la formulación de preparados y artículos (fases múltiples y/o contacto significativo)

PROC8a Transferencia de sustancias o preparados (carga/descarga) de o hacia buques o grandes contenedores en instalaciones no especializadas

PROC9 Transferencia de sustancias o preparados en pequeños contenedores (líneas de llenado especializadas, incluido el pesaje)

PROC15 Uso como reactivo de laboratorio

· Utilización del producto / de la elaboración: Reactivo de laboratorio

· Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

· Fabricante/distribuidor:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) SPAIN

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: www.scharlab.com



· Representante regional:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) ESPAÑA

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: www.scharlab.com

· Área de información: Departamento técnico

· Teléfono de emergencia: Scharlab, S.L. (+34) 93 715 18 11

## 2 Identificación de los peligros

· Clasificación de la sustancia o de la mezcla

· Clasificación con arreglo al Reglamento (CE) n° 1272/2008



GHS07

Acute Tox. 4 H302 Nocivo en caso de ingestión.

· Clasificación con arreglo a la Directiva 67/548/CEE o Directiva 1999/45/CE



Xn; Nocivo

R22: Nocivo por ingestión.

· Indicaciones adicionales sobre los riesgos para personas y el medio ambiente: Nulo

· Elementos de la etiqueta

· Etiquetado con arreglo al Reglamento (CE) n° 1272/2008

La sustancia se ha clasificado y etiquetado de conformidad con el reglamento CLP.

· Pictogramas de peligro



GHS07

· Palabra de advertencia Atención

· Indicaciones de peligro

H302 Nocivo en caso de ingestión.

· Consejos de prudencia

P264 Lavarse concienzudamente tras la manipulación.

P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.

P301+P312 EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar a un CENTRO DE INFORMACIÓN

TOXICOLÓGICA o a un médico si se encuentra mal.

P330 Enjuagarse la boca.

P501 Eliminar el contenido o el recipiente conforme a la reglamentación local/regional/nacional/internacional.

- Otros peligros
- Resultados de la valoración PBT y mPmB
- PBT: No aplicable.
- mPmB: No aplicable.

### **3 Composición/información sobre los componentes**

- Caracterización química: Sustancias
- Denominación N<sup>o</sup> CAS  
107-21-1 etanodiol
- Número(s) de identificación
- Número CE: 203-473-3
- Número de clasificación: 603-027-00-1

### **4 Primeros auxilios**

- Descripción de los primeros auxilios
- Instrucciones generales:

Los síntomas de intoxicación pueden presentarse después de muchas horas, por lo que se requiere una supervisión médica durante un mínimo de 48 horas después del accidente.

- En caso de inhalación del producto:

Suministrar aire fresco. En caso de trastornos, consultar al médico.

- En caso de contacto con la piel: Por regla general, el producto no irrita la piel.

- En caso de contacto con los ojos:

Limpia los ojos abiertos durante varios minutos con agua corriente.

- En caso de ingestión: Consultar inmediatamente un médico.

- Indicaciones para el médico:

- Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

No existen más datos relevantes disponibles.

- Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

No existen más datos relevantes disponibles.

## **5 Medidas de lucha contra incendios**

- Medios de extinción

- Sustancias extintoras apropiadas:

Combatir los incendios con medidas adaptados al ambiente circundante.

- Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

No existen más datos relevantes disponibles.

- Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

- Equipo especial de protección: No se requieren medidas especiales.

## **6 Medidas en caso de vertido accidental**

- Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

No es necesario.

- Precauciones relativas al medio ambiente:

Diluir con mucha agua.

Evitar que penetre en la canalización /aguas de superficie /agua subterráneas.

- Métodos y material de contención y de limpieza:

Quitar con material absorbente (arena, kieselgur, aglutinante de ácidos, aglutinante universal, aserrín).

Desechar el material contaminado como vertido según item 13.

- Referencia a otras secciones

Ver capítulo 7 para mayor información sobre una manipulación segura.

Ver capítulo 8 para mayor información sobre el equipo personal de protección.

Para mayor información sobre cómo desechar el producto, ver capítulo 13

## 7 Manipulación y almacenamiento

- Manipulación:
  - Precauciones para una manipulación segura
- Si se manipulan correctamente, no se requieren medidas especiales.
- Prevención de incendios y explosiones: No se requieren medidas especiales.
  - Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades
  - Almacenamiento:
  - Exigencias con respecto al almacén y los recipientes: No se requieren medidas especiales.
  - Normas en caso de un almacenamiento conjunto: No es necesario.
  - Indicaciones adicionales sobre las condiciones de almacenamiento: Ningunos, -as.
  - Usos específicos finales No existen más datos relevantes disponibles.

## 8 Controles de exposición/protección individual

- Instrucciones adicionales para el acondicionamiento de instalaciones técnicas:

Sin datos adicionales, ver punto 7.

- Parámetros de control

· Componentes con valores límite admisibles que deben controlarse en el puesto de trabajo:

107-21-1 etanodiol

LEP ( ) Valor de corta duración: 104 mg/m<sup>3</sup>, 40 ppm

Valor de larga duración: 52 mg/m<sup>3</sup>, 20 ppm

vía dérmica, VLI

- Indicaciones adicionales:

Como base se han utilizado las listas vigentes en el momento de la elaboración.

- Controles de la exposición
- Equipo de protección individual:
- Medidas generales de protección e higiene:

Mantener alejado de alimentos, bebidas y alimentos para animales.

Lavarse las manos antes de las pausas y al final del trabajo.

- Protección respiratoria: No es necesario.
- Protección de manos:

El material del guante deberá ser impermeable y resistente al producto / sustancia / preparado.

Ante la ausencia de tests específicos, no se puede recomendar ningún material específico para guantes de protección contra el producto / preparado / mezcla de sustancias químicas.

Selección del material de los guantes en función de los tiempos de rotura, grado de permeabilidad y degradación.

- Material de los guantes

La elección del guante adecuado no depende únicamente del material, sino también de otras características de calidad, que pueden variar de un fabricante a otro.

- Tiempo de penetración del material de los guantes

El tiempo de resistencia a la penetración exacto deberá ser pedido al fabricante de los guantes.

Este tiempo debe ser respetado.

- Protección de ojos:

Se recomienda el uso de gafas de protección durante el trasvase del producto

## 9 Propiedades físicas y químicas

- Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- Datos generales

- Aspecto:

Forma: Líquido

Color: Incoloro

- Olor: Dulzaino (dulzón)

- Umbral olfativo: No determinado.

- valor pH: No determinado.

- Cambio de estado

Punto de fusión /campo de fusión: -12,4 °C

Punto de ebullición /campo de ebullición: 197 °C

- Punto de inflamación: 111 °C

- Inflamabilidad (sólido, gaseiforme): No aplicable.

- Temperatura de ignición: 410 °C

- Temperatura de descomposición: No determinado.

- Autoinflamabilidad: No determinado.

· Peligro de explosión:	El producto no es explosivo
· Límites de explosión:	
Inferior:	3,2 Vol %
Superior:	53 Vol %
· Presión de vapor a 20 °C:	0,08 hPa
· Densidad a 20 °C:	1,11 g/cm <sup>3</sup>
· Densidad relativa	No determinado.
· Densidad de vapor	No determinado.
· Velocidad de evaporación	No determinado.
· Solubilidad en / miscibilidad con agua a 20 °C:	1 g/l
· Coeficiente de reparto (n-octanol/agua):	No determinado.
· Viscosidad:	
Dinámica a 20 °C:	21 mPas
Cinemática:	No determinado.
· Información adicional	No existen más datos relevantes disponibles.

## 10 Estabilidad y reactividad

- Reactividad
- Estabilidad química
- Descomposición térmica / condiciones que deben evitarse:  
No se descompone al emplearse adecuadamente.
- Posibilidad de reacciones peligrosas No se conocen reacciones peligrosas.
- Condiciones que deben evitarse No existen más datos relevantes disponibles.
- Materiales incompatibles: No existen más datos relevantes disponibles.
- Productos de descomposición peligrosos:  
No se conocen productos de descomposición peligrosos.

## 11 Información toxicológica

- Información sobre los efectos toxicológicos

· Toxicidad aguda:

· Valores LD / LC50 (dosis letal / dosis letal = 50 %) relevantes para la clasificación:

Oral LD50 5840 mg/kg (rata)

Dermal LD50 9530 mg/kg (conejo)

· Efecto estimulante primario:

· en la piel: No produce irritaciones.

· en el ojo: No produce irritaciones.

· Sensibilización: No se conoce ningún efecto sensibilizante.

## 12 Información ecológica

· Toxicidad

· Toxicidad acuática: No existen más datos relevantes disponibles.

· Persistencia y degradabilidad No existen más datos relevantes disponibles.

· Comportamiento en sistemas ecológicos:

· Potencial de bioacumulación No existen más datos relevantes disponibles.

· Movilidad en el suelo No existen más datos relevantes disponibles.

· Indicaciones medioambientales adicionales:

· Indicaciones generales:

Nivel de riesgo para el agua 1 (clasificación de listas): escasamente peligroso para el agua

En estado no diluido o no neutralizado, no dejar que se infiltre en aguas subterráneas, aguas superficiales o en alcantarillados.

· Resultados de la valoración PBT y mPmB

· PBT: No aplicable.

· mPmB: No aplicable.

· Otros efectos adversos No existen más datos relevantes disponibles.

## 13 Consideraciones relativas a la eliminación

· Métodos para el tratamiento de residuos

· Recomendación: No debe desecharse con la basura doméstica. No debe llegar al alcantarillado.

· Embalajes sin limpiar:

- Recomendación: Eliminar conforme a las disposiciones oficiales.
- Producto de limpieza recomendado: Agua, eventualmente añadiendo productos de limpieza.

#### 14 Información relativa al transporte

- Número UN
- ADR, ADN, IMDG, IATA suprimido
- Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas
- ADR, ADN, IMDG, IATA suprimido
- Clase(s) de peligro para el transporte
- ADR, ADN, IMDG, IATA
- Clase suprimido
- Grupo de embalaje
- ADR, IMDG, IATA suprimido
- Peligros para el medio ambiente:
- Contaminante marino: No
- Precauciones particulares para los usuarios No aplicable.
- Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC No aplicable.
- "Reglamentación Modelo" de la UNECE: -

#### 15 Información reglamentaria

- Evaluación de la seguridad química:

Una evaluación de la seguridad química no se ha llevado a cabo.

#### 16 Otra información

Los datos se fundan en el estado actual de nuestros conocimientos, pero no constituyen garantía alguna de cualidades del producto y no generan ninguna relación jurídica contractual.

- Departamento de creación de MSDS: Departamento de seguridad de productos
- Interlocutor: msds@scharlab.com
- Abreviaturas y acrónimos:



RID: Règlement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (Regulations Concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail)

ICAO: International Civil Aviation Organization

ADR: Accord européen sur le transport des marchandises dangereuses par Route (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods

IATA: International Air Transport Association

GHS: Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances

CAS: Chemical Abstracts Service (division of the American Chemical Society)

LC50: Lethal concentration, 50 percent

LD50: Lethal dose, 50 percent

## 4. Acetato de Etilo Anhidro

### 1 Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

· Identificador del producto

· Nombre comercial: Etilo acetato, 99,8%, anhidro (máx. 0,005% H<sub>2</sub>O), con tamices moleculares

· Número del artículo: AC0141

· Número CAS:

141-78-6

· Número CE:

205-500-4

· Número de clasificación:

607-022-00-5

· Número de registro 01-2119475103-46-XXXX

· Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

No existen más datos relevantes disponibles.

· Utilización del producto / de la elaboración: Reactivo de laboratorio

· Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

· Fabricante/distribuidor:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) SPAIN

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: www.scharlab.com

· Representante regional:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) ESPAÑA

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: [www.scharlab.com](http://www.scharlab.com)

- Área de información: Departamento técnico
- Teléfono de emergencia: Scharlab, S.L. (+34) 93 715 18 11

## 2 Identificación de los peligros

- Clasificación de la sustancia o de la mezcla
- Clasificación con arreglo al Reglamento (CE) n° 1272/2008



GHS02 llama

Flam. Liq. 2 H225 Líquido y vapores muy inflamables.



GHS07

Eye Irrit. 2 H319 Provoca irritación ocular grave.

STOT SE 3 H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.

- Clasificación con arreglo a la Directiva 67/548/CEE o Directiva 1999/45/CE



Xi; Irritante

R36: Irrita los ojos.



F; Fácilmente inflamable

R11: Fácilmente inflamable.

R66-67: La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

- Indicaciones adicionales sobre los riesgos para personas y el medio ambiente:

Debido al efecto desengrasante del disolvente, el contacto prolongado o repetido con la piel puede provocar una dermatitis (inflamación de la piel).

- Elementos de la etiqueta
- Etiquetado con arreglo al Reglamento (CE) n° 1272/2008

La sustancia se ha clasificado y etiquetado de conformidad con el reglamento CLP.

- Pictogramas de peligro



GHS02



GHS07

· Palabra de advertencia Peligro

· Indicaciones de peligro

H225 Líquido y vapores muy inflamables.

H319 Provoca irritación ocular grave.

H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.

· Consejos de prudencia

P210 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.

P241 Utilizar un material eléctrico, de ventilación o de iluminación/antideflagrante.

P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.

P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P405 Guardar bajo llave.

P501 Eliminar el contenido o el recipiente conforme a la reglamentación local/regional/nacional/internacional.

· Datos adicionales:

EUH066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

· Otros peligros

· Resultados de la valoración PBT y mPmB

· PBT: No aplicable.

· mPmB: No aplicable

### 3 Composición/información sobre los componentes

· Caracterización química: Sustancias

· Denominación Nº CAS

141-78-6 acetato de etilo

· Número(s) de identificación

- Número CE: 205-500-4
- Número de clasificación: 607-022-00-5

#### **4 Primeros auxilios**

- Descripción de los primeros auxilios
- En caso de inhalación del producto:

Suministrar aire fresco. En caso de trastornos, consultar al médico.

- En caso de contacto con la piel: Por regla general, el producto no irrita la piel.
- En caso de contacto con los ojos:

Limpiar los ojos abiertos durante varios minutos con agua corriente. En caso de trastornos persistentes consultar un médico.

- En caso de ingestión: Consultar un médico si los trastornos persisten.
- Indicaciones para el médico:

- Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

No existen más datos relevantes disponibles.

- Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

No existen más datos relevantes disponibles.

#### **5 Medidas de lucha contra incendios**

- Medios de extinción
- Sustancias extintoras apropiadas:

CO<sub>2</sub>, polvo extintor o chorro de agua rociada. Combatir incendios mayores con chorro de agua rociada o espuma resistente al alcohol.

- Sustancias extintoras inapropiadas por razones de seguridad: Agua a pleno chorro
- Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

No existen más datos relevantes disponibles.

- Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios
- Equipo especial de protección: No se requieren medidas especiales.

#### **6 Medidas en caso de vertido accidental**

- Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Llevar puesto equipo de protección. Mantener alejadas las personas sin protección.

- Precauciones relativas al medio ambiente:

Evitar que penetre en la canalización /aguas de superficie /agua subterráneas.

- Métodos y material de contención y de limpieza:

Quitar con material absorbente (arena, kieselgur, aglutinante de ácidos, aglutinante universal, aserrín).

Asegurar suficiente ventilación.

- Referencia a otras secciones

Ver capítulo 7 para mayor información sobre una manipulación segura.

Ver capítulo 8 para mayor información sobre el equipo personal de protección.

Para mayor información sobre cómo desechar el producto, ver capítulo 13.

## **7 Manipulación y almacenamiento**

- Manipulación:

- Precauciones para una manipulación segura

Si se manipulan correctamente, no se requieren medidas especiales.

- Prevención de incendios y explosiones:

Mantener alejadas las fuentes de encendido. No fumar.

Tomar medidas contra las cargas electrostáticas.

- Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

- Almacenamiento:

- Exigencias con respecto al almacén y los recipientes: Almacenar en un lugar fresco.

- Normas en caso de un almacenamiento conjunto: No es necesario.

- Indicaciones adicionales sobre las condiciones de almacenamiento:

Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

Almacenarlo en envases bien cerrados en un lugar fresco y seco.

- Usos específicos finales No existen más datos relevantes disponibles.

## **8 Controles de exposición/protección individual**

- Instrucciones adicionales para el acondicionamiento de instalaciones técnicas:

Sin datos adicionales, ver punto 7.

· Parámetros de control

· Componentes con valores límite admisibles que deben controlarse en el puesto de trabajo:

141-78-6 acetato de etilo

LEP () Valor de larga duración: 1460 mg/m<sup>3</sup>, 400 ppm

· Indicaciones adicionales:

Como base se han utilizado las listas vigentes en el momento de la elaboración.

· Controles de la exposición

· Equipo de protección individual:

· Medidas generales de protección e higiene:

Mantener alejado de alimentos, bebidas y alimentos para animales.

Quitarse de inmediato la ropa ensuciada o impregnada.

Lavarse las manos antes de las pausas y al final del trabajo.

Evitar el contacto con los ojos.

Evitar el contacto con los ojos y la piel.

· Protección respiratoria: No es necesario.

· Protección de manos:

El material del guante deberá ser impermeable y resistente al producto / sustancia / preparado.

Ante la ausencia de tests específicos, no se puede recomendar ningún material específico para guantes de protección contra el producto / preparado / mezcla de sustancias químicas.

Selección del material de los guantes en función de los tiempos de rotura, grado de permeabilidad y degradación.

· Material de los guantes

La elección del guante adecuado no depende únicamente del material, sino también de otras características de calidad, que pueden variar de un fabricante a otro.

· Tiempo de penetración del material de los guantes

El tiempo de resistencia a la penetración exacto deberá ser pedido al fabricante de los guantes.

Este tiempo debe ser respetado.

· Protección de ojos:



Gafas de protección herméticas

## 9 Propiedades físicas y químicas

· Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

· Datos generales

· Aspecto:

Forma: Líquido

Color: Incoloro

· Olor: Similar al de las frutas

· Umbral olfativo: No determinado.

· valor pH: No determinado.

· Cambio de estado

Punto de fusión /campo de fusión: -83,57 °C

Punto de ebullición /campo de ebullición: 77-78 °C

· Punto de inflamación: -4 °C

· Inflamabilidad (sólido, gaseiforme): No aplicable.

· Temperatura de ignición: 460 °C

· Temperatura de descomposición: No determinado.

· Autoinflamabilidad: No determinado.

· Peligro de explosión: El producto no es explosivo; sin embargo, pueden formarse mezclas explosivas de vapor / aire.

· Límites de explosión:

Inferior: 2,1 Vol %

Superior: 11,5 Vol %

· Presión de vapor a 20 °C: 97 hPa

· Densidad a 20 °C: 0,9 g/cm<sup>3</sup>

· Densidad relativa: No determinado.

· Densidad de vapor: No determinado.

· Velocidad de evaporación: No determinado.

· Solubilidad en / miscibilidad con 79 g/l

agua a 20 °C:

· Coeficiente de reparto (n-octanol/agua): No determinado.



## · Viscosidad:

Dinámica a 20 °C:	0,44 mPas
-------------------	-----------

Cinemática:	No determinado.
-------------	-----------------

· Información adicional	No existen más datos relevantes disponibles.
-------------------------	--

**10 Estabilidad y reactividad**

## · Reactividad

## · Estabilidad química

## · Descomposición térmica / condiciones que deben evitarse:

No se descompone al emplearse adecuadamente.

· Posibilidad de reacciones peligrosas No se conocen reacciones peligrosas.

· Condiciones que deben evitarse No existen más datos relevantes disponibles.

· Materiales incompatibles: No existen más datos relevantes disponibles.

## · Productos de descomposición peligrosos:

No se conocen productos de descomposición peligrosos.

**11 Información toxicológica**

## · Información sobre los efectos toxicológicos

## · Toxicidad aguda:

· Valores LD / LC50 (dosis letal / dosis letal=50 %) relevantes para la clasificación:

Oral LD50 5620 mg/kg (conejo)

Inhalatorio LC50/4 h 1600 mg/l (rata)

## · Efecto estimulante primario:

· en la piel: No produce irritaciones.

· en el ojo: Produce irritaciones.

· Sensibilización: No se conoce ningún efecto sensibilizante.

**12 Información ecológica**

## · Toxicidad

· Toxicidad acuática: No existen más datos relevantes disponibles.

- Persistencia y degradabilidad No existen más datos relevantes disponibles.
- Comportamiento en sistemas ecológicos:
- Potencial de bioacumulación No existen más datos relevantes disponibles.
- Movilidad en el suelo No existen más datos relevantes disponibles.
- Indicaciones medioambientales adicionales:
- Indicaciones generales:

Nivel de riesgo para el agua 1 (clasificación de listas): escasamente peligroso para el agua

En estado no diluido o no neutralizado, no dejar que se infiltre en aguas subterráneas, aguas superficiales o en alcantarillados.


- Resultados de la valoración PBT y mPmB
- PBT: No aplicable.
- mPmB: No aplicable.
- Otros efectos adversos No existen más datos relevantes disponibles.

### 13 Consideraciones relativas a la eliminación

- Métodos para el tratamiento de residuos
- Recomendación: No debe desecharse con la basura doméstica. No debe llegar al alcantarillado.
- Embalajes sin limpiar:
- Recomendación: Eliminar conforme a las disposiciones oficiales.

### 14 Información relativa al transporte

- Número UN
- ADR, IMDG, IATA UN1173
- Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas
- ADR 1173 ACETATO DE ETILO
- IMDG, IATA ETHYL ACETATE
- Clase(s) de peligro para el transporte
- ADR 
- Clase 3 Líquidos inflamables

Etiqueta		3
· IMDG, IATA		
· Class		3 Flammable liquids.
· Label		3
· Grupo de embalaje		
· ADR, IMDG, IATA		II
· Peligros para el medio ambiente:		
· Contaminante marino:	No	
· Precauciones particulares para los usuarios		Atención: Líquidos inflamables
· Número Kemler:		33
· Número EMS:		F-E,S-D
· Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC		No aplicable.
· Transporte/datos adicionales:		
· ADR		
· Cantidades limitadas (LQ)		1L
· Categoría de transporte	2	
· Código de restricción del túnel	D/E	
· "Reglamentación Modelo" de la UNECE:	UN1173, ACETATO DE ETILO, 3, II	

### 15 Información reglamentaria

· Evaluación de la seguridad química:

Una evaluación de la seguridad química no se ha llevado a cabo.

### 16 Otra información

Los datos se fundan en el estado actual de nuestros conocimientos, pero no constituyen garantía alguna de cualidades del producto y no generan ninguna relación jurídica contractual.

· Departamento de creación de MSDS: Departamento de seguridad de productos

· Interlocutor: msds@scharlab.com

· Abreviaturas y acrónimos:

RID: Règlement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (Regulations Concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail)

ICAO: International Civil Aviation Organization

ADR: Accord européen sur le transport des marchandises dangereuses par Route (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods

IATA: International Air Transport Association

GHS: Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances

CAS: Chemical Abstracts Service (division of the American Chemical Society)

LC50: Lethal concentration, 50 percent

LD50: Lethal dose, 50 percent

## 5. Anhídrido Metacrílico

### SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto: Anhídrido metacrílico

Referencia: 276685

Marca: Aldrich

No. CAS: 760-93-0

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados: Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía: Sigma-Aldrich Química, S.L.  
 Ronda de Poniente, 3  
 Apto. Correos 278  
 E-28760 TRES CANTOS -MADRID

Teléfono: +34 91 6619977

Fax: +34 91 6619642

E-mail de contacto: eurtechserv@sial.com

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia: 704100087

### SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 [UE-GHS/CLP]

Toxicidad aguda, Inhalación (Categoría 3)

Irritación cutáneas (Categoría 2)

Lesiones oculares graves (Categoría 1)



Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3)

Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

Nocivo por inhalación. Riesgo de lesiones oculares graves. Irrita las vías respiratorias y la piel.

## 2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 [UE-GHS/CLP]

Pictograma	
Palabra de advertencia	Peligro
Indicación(es) de peligro	
H315	Provoca irritación cutánea.
H318	Provoca lesiones oculares graves.
H331	Tóxico en caso de inhalación.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
Declaración(es) de prudencia	
P261	Evitar respirar los vapores.
P280	Llevar guantes de protección/ gafas de protección/ máscara de protección
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con lavado.
P311	Llamar a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico.
Declaración Suplementaria del Peligro	ninguno(a)
De acuerdo con la Directiva Europea 67/548/CEE, y sus enmiendas.	
Símbolo(s) de peligrosidad	
Frase(s) - R	
R20	Nocivo por inhalación.
R37/38	Irrita las vías respiratorias y la piel.
R41	Riesgo de lesiones oculares graves.
Frase(s) - S	
S26	En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
S39	Útese protección para los ojos/la cara.
2.3 Otros Peligros - ninguno(a)	

**SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes**

## 3.1 Sustancias

Sinónimos: L-Lactide

Formula:  $C_8H_{10}O_3$ 

Peso molecular: 154,16 g/mol

Componente		Concentración
<b>Methacrylic anhydride</b>		
No. CAS No.	760-93-0	50 - 100 %
CE	212-084-8	
<b>6-tert-Butyl-2,4-xilenol</b>		
No. CAS No.	1879-09-0	< 3 %
CE	217-533-1	

**SECCIÓN 4: Primeros auxilios**

## 4.1 Descripción de los primeros auxilios

## Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

## Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial.

Consultar a un médico.

## En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Llevar al afectado en seguida a un hospital. Consultar a un médico.

## En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

## Si es tragado

No provocar el vómito Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

## 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Tos, Insuficiencia respiratoria, Dolor de cabeza, Náusea, Vómitos, Salivación

## 4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios**

## 5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

## 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de carbono

## 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

## 5.4 Otros datos

El agua pulverizada puede ser utilizada para enfriar los contenedores cerrados.

**SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental**

## 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Usar protección respiratoria. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Retirar todas las fuentes de ignición. Evacuar el personal a zonas seguras. Tener cuidado con los vapores que se acumulan formando así concentraciones explosivas. Los vapores pueden acumularse en las zonas inferiores.

## 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

## 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Contener y recoger el derrame con un aspirador aislado de la electricidad o cepillándolo, y meterlo en un envase para su eliminación de acuerdo con las reglamentaciones locales (ver sección 13). Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

## 6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

**SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento**

## 7.1 Precauciones para una manipulación segura

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina.

Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. Tomar medidas para impedir la acumulación de descargas electrostáticas.



## 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

## 7.3 Usos específicos finales

sin datos disponibles

## **SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual**

### 8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

### 8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Evitar el contacto con la piel, ojos y ropa. Lávense las manos antes de los descansos e inmediatamente después de manipular la sustancia.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad con protecciones laterales conformes con la EN166 Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Sumerción

Material: goma butílica

espesura minima de capa: 0,3 mm

Tiempo de perforación: 480 min

Material probado: Butoject® (KCL 897 / Aldrich Z677647, Talla M)

Protección contra salpicaduras

Material: Caucho nitrilo

espesura minima de capa: 0,4 mm

Tiempo de perforación: 30 min

Material probado: Camatril® (KCL 730 / Aldrich Z677442, Talla M)

origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Teléfono +49 (0)6659 87300, e-mail

sales@kcl.de, Método de prueba: EN374

Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, ponerse en contacto con el proveedor de los guantes aprobados CE. Esta recomendación tiene carácter meramente consultivo y debe ser evaluado por un Higienista Industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

Protección Corporal

Traje de protección completo contra productos químicos, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son apropiados, usar un respirador que cubra toda la cara con combinacion multi-proposito (EEUU) o tipo ABEK (EN 14387) respiradores de cartucho de respuesto para controles de ingenieneria. Si el respirador es la unica protección, usar un respirador suministrado que cubra toda la cara Usar respiradores y componenetes testados y aprovados bajo los estandards gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

## SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

### 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a) Aspecto	Forma: claro, líquido
	Color: incoloro
b) Olor	sin datos disponibles
c) Umbral olfativo	sin datos disponibles
d) pH	sin datos disponibles
e) Punto de fusión/ punto de congelación	sin datos disponibles

- f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición 87 °C a 17 hPa - lit.
- g) Punto de inflamación 84 °C - copa cerrada
- h) Tasa de evaporación sin datos disponibles
- i) Inflamabilidad (sólido, gas) sin datos disponibles
- j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos sin datos disponibles
- k) Presión de vapor sin datos disponibles
- l) Densidad de vapor sin datos disponibles
- m) Densidad relativa 1,035 g/cm<sup>3</sup> a 25 °C
- n) Solubilidad en agua sin datos disponibles
- o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua sin datos disponibles
- p) Temperatura de auto-inflamación sin datos disponibles
- q) Temperatura de descomposición sin datos disponibles
- r) Viscosidad sin datos disponibles
- s) Propiedades explosivas sin datos disponibles
- t) Propiedades comburentes sin datos disponibles
- 9.2 Otra información de seguridad sin datos disponibles

## **SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad**

### 10.1 Reactividad

Sin datos disponibles

## 10.2 Estabilidad química

Sin datos disponibles

Contiene el estabilizador(es) siguiente(s):

6-tert-Butyl-2,4-xilenol (0,2 %)

## 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Sin datos disponibles

## 10.4 Condiciones que deben evitarse

Calor, llamas y chispas.

## 10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes, Bases fuertes

## 10.6 Productos de descomposición peligrosos

Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles

# SECCIÓN 11: Información toxicológica

## 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

Corrosión o irritación cutáneas

Piel - conejo - Irritación de la piel - 24 h

Lesiones o irritación ocular graves

Ojos - Humanos - Grave irritación de los ojos

Sensibilización respiratoria o cutánea

Sin datos disponibles

Mutagenicidad en células germinales

Sin datos disponibles

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

Inhalación - Puede irritar las vías respiratorias.

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

Sin datos disponibles

Peligro de aspiración

Sin datos disponibles

Efectos potenciales sobre la salud

Inhalación	Tóxico si se inhala. Provoca una irritación del tracto respiratorio.
Ingestión	Puede ser nocivo en caso de ingestión.
Piel	Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Provoca irritaciones de la piel.
Ojos	Provoca quemaduras en los ojos.

Signos y Síntomas de la Exposición

Tos, Insuficiencia respiratoria, Dolor de cabeza, Náusea, Vómitos, Salivación

Información Adicional

RTECS: OZ5700000.

## **SECCIÓN 12: Información ecológica**

### 12.1 Toxicidad

Sin datos disponibles

### 12.2 Persistencia y degradabilidad

Sin datos disponibles

### 12.3 Potencial de bioacumulación

Sin datos disponibles

### 12.4 Movilidad en el suelo

Sin datos disponibles

### 12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

Sin datos disponibles

### 12.6 Otros efectos adversos

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación**

### 13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

#### Producto

Este producto combustible puede quemarse en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador. Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada.

#### Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

## SECCIÓN 14: Información relativa al transporte

### 14.1 Número ONU

ADR/RID: 3265

IMDG: 3265

IATA: 3265

### 14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADR/RID: LÍQUIDO ORGÁNICO CORROSIVO, ÁCIDO, N.E.P. (Methacrylic anhydride)

IMDG: CORROSIVE LIQUID, ACIDIC, ORGANIC, N.O.S. (Methacrylic anhydride)

IATA: Corrosive liquid, acidic, organic, n.o.s. (Methacrylic anhydride)

### 14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADR/RID: 8

IMDG: 8

IATA: 8

### 14.4 Grupo embalaje

ADR/RID: II

IMDG: II

IATA: II

### 14.5 Peligros para el medio ambiente

ADR/RID: no

IMDG Marine pollutant: no

IATA: no

### 14.6 Precauciones particulares para los usuarios

Sin datos disponibles

## SECCIÓN 15: Información reglamentaria

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Sin datos disponibles

15.2 Evaluación de la seguridad química

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 16: Otra información**

## Otros datos

Copyright 2012 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Dirijase a [www.sigma-aldrich.com](http://www.sigma-aldrich.com) y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

## 6. Polimetil metacrilato – PMMA

### 1. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING

PRODUCT NAME:	COLACRYL® DP300
Product Description:	Polymer based on Methyl methacrylate containing peroxide.
Use of Substance / Preparation:	Manufacture of porous moulds.
Address/Phone No.	Lucite International, Horndale Avenue, Newton Aycliffe Country Durham, DL5 6YE, United Kingdom
	Tel: +44 (0) 1325 300990
	<a href="mailto:msdsinfo@lucite.com">msdsinfo@lucite.com</a>
Emergency phone No.	+44 (0) 1642 452461

### 2. HAZARDS IDENTIFICATION

EC Classification Not Classified as Dangerous for Supply/Use.

Combustible but not readily ignited.

May form explosible dust clouds in air.

Low toxicity under normal conditions of handling and use.

### 3. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Substances in the product which may present a health or environmental hazard, or which have been assigned occupational exposure limits, are detailed below.

HAZARDOUS INGREDIENT(S)	%W/W	CAS No.	EC No.	EC Classification
Dibenzo 1 peroxide	< 1	000094-36-0	202-327-6	E, O, Xi, N; R3 R7 R36 R43 R50

For full text of R phrases see section 16.

### 4. FIRST AID MEASURES

Inhalation	Remove patient from exposure. Obtain medical attention if ill effects occur.
Skin Contact	Wash skin with water. If symptoms (irritation or blistering) occur obtain medical attention.



Eye Contact	Remove particles by irrigating with eye wash solution or clean water, holding the eyelids apart. Obtain medical attention.
Ingestion	Do not induce vomiting. Wash out mouth with water. Obtain medical attention if ill effects occur.
Further Medical Treatment	Symptomatic treatment and supportive therapy as indicated.

## 5. FIRE-FIGHTING MEASURES

Combustible but not readily ignited. Combustion or thermal decomposition will evolve toxic, irritant and flammable vapours. This product can form flammable dust clouds at elevated temperatures. The minimum ignition temperature of a dust cloud of a similar polymer has been measured at approximately 480°C (IEC 1241-2-1).

Incompatible materials: None known.

Extinguishing Media	Water spray, foam, dry powder or CO <sub>2</sub> .
Fire Fighting Protective Equipment	A self-contained breathing apparatus and suitable protective clothing should be worn in fire conditions.

## 6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Caution - spillages may be slippery. Collect in containers for disposal using approved dust respirator.

## 7. HANDLING AND STORAGE

HANDLING	Product as supplied: Avoid contact with eyes. Avoid prolonged skin contact. Unlikely to represent a dust hazard under normal handling conditions.
STORAGE	Acrylic polymers are supplied in either bags or bulk containers. Keep containers in a clean, cool and dry area away from heat sources. Natural ventilation is adequate.
Storage Temperature	Ambient.
Specific use	Not intended for thermal processing.

## 8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Provide adequate ventilation, including appropriate local extraction, to ensure that the occupational exposure limit is not exceeded.

Consideration should be given to the work procedures involved and the potential extent of exposure as they may determine whether a higher level of protection is required. The following information is given as general guidance.

**Respirators**

A suitable dust mask or dust respirator with filter type P-S or FFP-S (EN143 or EN149) may be appropriate. In the unlikely event of formation of particularly high levels of dust a self contained breathing apparatus may be appropriate.

**Eye Protection Safety spectacles/goggles/full face shield.****Gloves**

Not normally required, however use of gloves is recommended to comply with good occupational hygiene practice.

**Other**

Wear suitable protective clothing.

**Occupational exposure limits**

Substance	CAS No.	LTEL ppm	LTEL mg/m <sup>3</sup> (8Hr TWA)	ST EL	STEL mg/m <sup>3</sup>	Notes
Dibenzoyl peroxide	000094-36-0		5			WEL
Dust (total inhalable dust) (respirable dust)			1 0			

**9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES**

Form	Fine beads.
Colour	White.
Odour	Typically methacrylate.
pH (Value)	Not applicable.
Boiling Point (°C)	Not applicable.
Flash Point (°C)	~390
Flammable Limits	Not applicable.
Auto Ignition Temperature (°C)	~465
Explosive Properties	Weakly to moderately explosible.
Oxidising Properties	Not applicable.
Vapour Pressure (Pascal)	Not applicable.
Density (g/ml)	1.1 - 1.18 g/cm <sup>3</sup>

Solubility (Water)	Negligible.
Solubility (Other)	Not available.
Partition Coefficient (n-Octanol/water)	Not applicable.
Viscosity (mPa.s)	Not available.
St Class	1
Vapour Density (Air= 1)	Not applicable.
Bulk Density (g/ml)	0.60 - 0.70
Relative Evaporation Rate (Ether = 1)	Not applicable.
Melting Range (°C)	150 - 230

#### 10. STABILITY AND REACTIVITY

Hazardous Reactions	None known.
Hazardous Decomposition Product(s)	Methyl methacrylate, Carbon dioxide, Carbon monoxide.

#### 11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Inhalation	Unlikely to be hazardous by inhalation.
Skin Contact	Unlikely to cause skin irritation.  Contains greater than 0.1 % residual (Methyl methacrylate, Dibenzoyl peroxide). During normal handling this will not constitute a hazard. If the polymer matrix is destroyed e.g. when the product is dissolved in organic solvent, chemical residues will be released from the polymer matrix. Under these conditions, they may produce an allergic reaction in persons already sensitised.
Eye Contact	Dust may cause irritation.
Ingestion	Low oral toxicity.
Long Term Exposure	This material has been in use for many years with no evidence of adverse effects.

#### 12. ECOLOGICAL INFORMATION

Environmental Fate and Distribution	Solid with low volatility. The product is essentially insoluble in water. The product has low potential for bioaccumulation. The product is predicted to have low mobility in soil.
Persistence and Degradation	The product is non-biodegradable in soil. There is no evidence of degradation in soil and water.

Toxicity	The product is predicted to have low toxicity to aquatic organisms.
Effect on Effluent Treatment	The material is essentially insoluble in water and can therefore be separated from aqueous medium by sedimentation and filtration processes at an effluent treatment plant.

### 13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

The waste is considered to be non hazardous. Clean scrap may be reprocessed. Incineration may be used to recover energy value. May be disposed of by landfill in accordance with local regulations. Certain packages are returnable. Please consult your local office for further details. Ensure that all packaging is disposed of safely.

### 14. TRANSPORT INFORMATION

Not Classified as Dangerous for Transport.

### 15. REGULATORY INFORMATION

EC Classification                      Not Classified as Dangerous for Supply/Use.

### 16. OTHER INFORMATION

This Safety Data Sheet was prepared in accordance with Directive 2001/58/EC.

LUCITE® and COLACRYL® are Registered Trade Marks of companies within the Lucite International Limited Group of companies.

**MEDICAL USE: CAUTION: DO NOT USE IN MEDICAL APPLICATIONS INVOLVING IMPLANTATION IN THE HUMAN BODY.**

Lucile International has performed no clinical testing on the use of this product in any medical application. Lucile International has no data to support the use of this product in any medical application. This product was not designed or manufactured for use in implantation in the human body or in contact with internal body fluids or tissues. Lucile International has neither sought, nor received, approval from any regulatory agency for the use of this product in implantation in the human body or in contact with internal body fluids or tissues.

It is the responsibility of the end-product manufacturer to identify all market and use-specific regulations and to ensure compliance with these regulations.

Information contained in this publication or as otherwise supplied to Users is believed to be accurate and is given in good faith, but it is for the Users to satisfy themselves of the suitability of the product for their own particular purpose. Lucile International gives no warranty as to the fitness of the product for any particular purpose and any implied warranty or condition (statutory or otherwise) is excluded except to the extent that

exclusion is prevented by law. Lucile International accepts no liability for loss or damage (other than that arising from death or personal injury caused by defective product, if proved), resulting from reliance on this information. Freedom under Patents, Copyright and Designs cannot be assumed.

#### GLOSSARY

Note: Not all of the following are necessarily contained in this Safety Data Sheet:

IOELV: Indicative Occupational Exposure Limit Value

WEL: Workplace Exposure Limit (UK HSE EH40)

Bmgv: Biological Monitoring Guidance Value

Sen: Capable of causing respiratory sensitisation

Sk: Can be absorbed through skin

Care: Capable of causing cancer and/or heritable genetic damage

CHAN: Chemical Hazard Alert Notice

COM: The company aims to control exposure in its workplace to this limit

L TEL: Long Term Exposure Limit

STEL: Short Term Exposure Limit

TWA: Time Weighted Average

STOT SE: Specific Target Organ Toxicity- Single Exposure

Repr.: Reproductive toxicity

Aquatic acute/chronic: Hazardous to the aquatic environment

Full text of R phrases	R2: Risk of explosion by shock, friction, fire or other sources of ignition.
	R36: Irritating to eyes.
	R43: May cause sensitization by skin contact.

## 7. Dioxano purísimo

### 1 Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

· Identificador del producto

· Nombre comercial: 1,4-Dioxano, purísimo, estabilizado con 2,5 ppm de 2,6-Di-terc-butil-4-metilfenol (BHT)

· Número del artículo: DI1287

· Número CAS:

123-91-1

· Número CE:

204-661-8

· Número de clasificación:

603-024-00-5

· Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

No existen más datos relevantes disponibles.

· Utilización del producto / de la elaboración: Reactivo de laboratorio

· Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

· Fabricante/distribuidor:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) SPAIN

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: [www.scharlab.com](http://www.scharlab.com)

· Representante regional:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) ESPAÑA

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: [www.scharlab.com](http://www.scharlab.com)

- Área de información: Departamento técnico
- Teléfono de emergencia: Scharlab, S.L. (+34) 93 715 18 11

## 2 Identificación de los peligros

- Clasificación con arreglo al Reglamento (CE) n° 1272/2008



GHS02 Ilama

Flam. Liq. 2 H225 Líquido y vapores muy inflamables.



GHS08 peligro para la salud

Carc. 2 H351 Se sospecha que provoca cáncer.



GHS07

Eye Irrit. 2 H319 Provoca irritación ocular grave.

STOT SE 3 H335 Puede irritar las vías respiratorias.

Clasificación con arreglo a la Directiva 67/548/CEE o Directiva 1999/45/CE



Xn; Nocivo

R40: Posibles efectos cancerígenos.



Xi; Irritante

R36/37: Irrita los ojos y las vías respiratorias.



F; Fácilmente inflamable

R11: Fácilmente inflamable.

R19-66: Puede formar peróxidos explosivos. La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

Carc. Cat. 3

- Indicaciones adicionales sobre los riesgos para personas y el medio ambiente:

Debido al efecto desengrasante del disolvente, el contacto prolongado o repetido con la piel puede provocar una dermatitis (inflamación de la piel).

- Elementos de la etiqueta

· Etiquetado con arreglo al Reglamento (CE) n° 1272/2008

La sustancia se ha clasificado y etiquetado de conformidad con el reglamento CLP.

· Pictogramas de peligro



GHS02



GHS07



GHS08

· Palabra de advertencia Peligro

· Indicaciones de peligro

H225 Líquido y vapores muy inflamables.

H319 Provoca irritación ocular grave.

H351 Se sospecha que provoca cáncer.

H335 Puede irritar las vías respiratorias.

· Consejos de prudencia

P210 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.

P241 Utilizar un material eléctrico, de ventilación o de iluminación/antideflagrante.

P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.

P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P405 Guardar bajo llave.

P501 Eliminar el contenido o el recipiente conforme a la reglamentación local/regional/nacional/internacional.

· Datos adicionales:

EUH019 Puede formar peróxidos explosivos.

EUH066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

· Otros peligros

· Resultados de la valoración PBT y mPmB

· PBT: No aplicable.

· mPmB: No aplicable.



### 3 Composición/información sobre los componentes

- Caracterización química: Sustancias
- Denominación N° CAS  
123-91-1 1,4-dioxano
- Número(s) de identificación
- Número CE: 204-661-8
- Número de clasificación: 603-024-00-5

### 4 Primeros auxilios

- Descripción de los primeros auxilios
- En caso de inhalación del producto:  
Suministrar aire fresco. En caso de trastornos, consultar al médico.
- En caso de contacto con la piel: Por regla general, el producto no irrita la piel.
- En caso de contacto con los ojos:  
Limpiar los ojos abiertos durante varios minutos con agua corriente. En caso de trastornos persistentes consultar un médico.
- En caso de ingestión: Consultar un médico si los trastornos persisten.
- Indicaciones para el médico:
- Principales síntomas y efectos, agudos y retardados  
No existen más datos relevantes disponibles.
- Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente  
No existen más datos relevantes disponibles.

### 5 Medidas de lucha contra incendios

- Medios de extinción
- Sustancias extintoras apropiadas:  
CO<sub>2</sub>, polvo extintor o chorro de agua rociada. Combatir incendios mayores con chorro de agua rociada o espuma resistente al alcohol.
- Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla  
No existen más datos relevantes disponibles.

- Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios
- Equipo especial de protección: No se requieren medidas especiales.

## **6 Medidas en caso de vertido accidental**

- Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Llevar puesto equipo de protección. Mantener alejadas las personas sin protección.

- Precauciones relativas al medio ambiente:

Diluir con mucha agua.

Evitar que penetre en la canalización /aguas de superficie /agua subterráneas.

- Métodos y material de contención y de limpieza:

Quitar con material absorbente (arena, kieselgur, aglutinante de ácidos, aglutinante universal, aserrín).

Desechar el material contaminado como vertido según item 13.

Asegurar suficiente ventilación.

- Referencia a otras secciones

Ver capítulo 7 para mayor información sobre una manipulación segura.

Ver capítulo 8 para mayor información sobre el equipo personal de protección.

Para mayor información sobre cómo desechar el producto, ver capítulo 13.

## **7 Manipulación y almacenamiento**

- Manipulación:

- Precauciones para una manipulación segura Abrir y manejar el recipiente con cuidado.

- Prevención de incendios y explosiones:

Mantener alejadas las fuentes de encendido. No fumar.

Tomar medidas contra las cargas electrostáticas.

- Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

- Almacenamiento:

- Exigencias con respecto al almacén y los recipientes: Almacenar en un lugar fresco.

- Normas en caso de un almacenamiento conjunto: No es necesario.

- Indicaciones adicionales sobre las condiciones de almacenamiento:

Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

Almacenarlo en envases bien cerrados en un lugar fresco y seco.

· Usos específicos finales No existen más datos relevantes disponibles.

## 8 Controles de exposición/protección individual

· Instrucciones adicionales para el acondicionamiento de instalaciones técnicas:

Sin datos adicionales, ver punto 7.

· Parámetros de control

· Componentes con valores límite admisibles que deben controlarse en el puesto de trabajo:

123-91-1 1,4-dioxano

LEP ( ) Valor de larga duración: 73 mg/m<sup>3</sup>, 20 ppm

VLI

· Indicaciones adicionales:

Como base se han utilizado las listas vigentes en el momento de la elaboración.

· Controles de la exposición

· Equipo de protección individual:

· Medidas generales de protección e higiene:

Mantener alejado de alimentos, bebidas y alimentos para animales.

Quitarse de inmediato la ropa ensuciada o impregnada.

Lavarse las manos antes de las pausas y al final del trabajo.

Evitar el contacto con los ojos.

Evitar el contacto con los ojos y la piel.

· Protección respiratoria:

Si la exposición va a ser breve o de poca intensidad, colocarse una máscara respiratoria. Para una exposición más intensa o de mayor duración, usar un aparato de respiración autónomo.

· Protección de manos:



Guantes de protección

El material del guante deberá ser impermeable y resistente al producto / sustancia / preparado.

Ante la ausencia de tests específicos, no se puede recomendar ningún material específico para guantes de protección contra el producto / preparado / mezcla de sustancias químicas.

Selección del material de los guantes en función de los tiempos de rotura, grado de permeabilidad y degradación.

- Material de los guantes

La elección del guante adecuado no depende únicamente del material, sino también de otras características de calidad, que pueden variar de un fabricante a otro.

- Tiempo de penetración del material de los guantes

El tiempo de resistencia a la penetración exacto deberá ser pedido al fabricante de los guantes.

Este tiempo debe ser respetado.

- Protección de ojos:



Gafas de protección herméticas

### 9 Propiedades físicas y químicas

- Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- Datos generales

- Aspecto:

Forma:	Líquido
Color:	Incoloro

- Olor: Etéreo
- Umbral olfativo: No determinado.
- valor pH: No determinado.

- Cambio de estado

Punto de fusión /campo de fusión: 11,8 °C

Punto de ebullición /campo de ebullición: 101,3 °C

- Punto de inflamación: 11 °C
- Inflamabilidad (sólido, gaseiforme): No aplicable.
- Temperatura de ignición: 375 °C
- Temperatura de descomposición: No determinado.
- Autoinflamabilidad: No determinado.
- Peligro de explosión: Puede formar peróxidos explosivos.
- Límites de explosión:

Inferior:	1,9 Vol %
Superior:	22,5 Vol %

- Presión de vapor a 20 °C: 41 hPa
- Densidad a 20 °C: 1,0336 g/cm<sup>3</sup>
- Densidad relativa: No determinado.
- Densidad de vapor: No determinado.
- Velocidad de evaporación: No determinado.
- Solubilidad en / miscibilidad con agua: Completamente mezclable.

- Coeficiente de reparto (n-octanol/agua): No determinado.

- Viscosidad:
 

Dinámica a 25 °C:	1,2 mPas
Cinemática:	No determinado.
- Información adicional: No existen más datos relevantes disponibles.

### 10 Estabilidad y reactividad

- Reactividad
- Estabilidad química
- Descomposición térmica / condiciones que deben evitarse:  
No se descompone al emplearse adecuadamente.
- Posibilidad de reacciones peligrosas: No se conocen reacciones peligrosas.
- Condiciones que deben evitarse: No existen más datos relevantes disponibles.
- Materiales incompatibles: No existen más datos relevantes disponibles.
- Productos de descomposición peligrosos:  
No se conocen productos de descomposición peligrosos.

### 11 Información toxicológica

- Información sobre los efectos toxicológicos
- Toxicidad aguda:
 

Valores LD/LC50 (dosis letal/dosis letal=50%) relevantes para la clasificación:	
Oral	LD50 5700 mg/kg (ratón)
Dermal	LD50 7600 mg/kg (conejo)
Inhalatorio	LC50/4 h 46 mg/l (rata)
- Efecto estimulante primario:
  - en la piel: No produce irritaciones.
  - en el ojo: Produce irritaciones.
- Sensibilización: No se conoce ningún efecto sensibilizante.
- Efectos CMR (carcinogenicidad, mutagenicidad y toxicidad para la reproducción)  
Carc. 2

### 12 Información ecológica

- Toxicidad
  - Toxicidad acuática: No existen más datos relevantes disponibles.
  - Persistencia y degradabilidad: No existen más datos relevantes disponibles.
  - Comportamiento en sistemas ecológicos:
    - Potencial de bioacumulación: No existen más datos relevantes disponibles.
    - Movilidad en el suelo: No existen más datos relevantes disponibles.
  - Indicaciones medioambientales adicionales:
  - Indicaciones generales:
 

Nivel de riesgo para el agua 2 (clasificación de listas): peligroso para el agua  
No dejar que se infiltre en aguas subterráneas, aguas superficiales o en alcantarillados.  
Una cantidad mínima vertida en el subsuelo ya representa un peligro para el agua potable.
- Resultados de la valoración PBT y mPmB
  - PBT: No aplicable.
  - mPmB: No aplicable.
- Otros efectos adversos: No existen más datos relevantes disponibles.

**13 Consideraciones relativas a la eliminación**

- Métodos para el tratamiento de residuos
- Recomendación: No debe desecharse con la basura doméstica. No debe llegar al alcantarillado.
- Embalajes sin limpiar:
- Recomendación: Eliminar conforme a las disposiciones oficiales.
- Producto de limpieza recomendado: Agua, eventualmente añadiendo productos de limpieza.

**14 Información relativa al transporte**

- Número UN
- ADR, IMDG, IATA UN1165
- Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas
- ADR 1165 DIOXANO
- IMDG, IATA DIOXANE

· Clase(s) de peligro para el transporte

· ADR



- Clase 3 Líquidos inflamables
- Etiqueta 3
- IMDG, IATA



- Class 3 Flammable liquids.
- Label 3
- Grupo de embalaje
- ADR, IMDG, IATA II
- Peligros para el medio ambiente:
- Contaminante marino: No
- Precauciones particulares para los usuarios Atención: Líquidos inflamables
- Número Kehler: 33
- Número EMS: F-E,S-D
- Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC No aplicable.
- Transporte/datos adicionales:
- ADR
- Cantidades limitadas (LQ) 1L
- Categoría de transporte 2
- Código de restricción del túnel D/E
- "Reglamentación Modelo" de la UNECE: UN1165, DIOXANO, 3, II

**15 Información reglamentaria**

- Evaluación de la seguridad química:  
Una evaluación de la seguridad química no se ha llevado a cabo.

**16 Otra información**

Los datos se fundan en el estado actual de nuestros conocimientos, pero no constituyen garantía alguna de cualidades del producto y no generan ninguna relación jurídica contractual.

· Departamento de creación de MSDS: Departamento de seguridad de productos

· Interlocutor: msds@scharlab.com

· Abreviaturas y acrónimos:

RID: Règlement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (Regulations Concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail)

ICAO: International Civil Aviation Organization

ADR: Accord européen sur le transport des marchandises dangereuses par Route (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods

IATA: International Air Transport Association

GHS: Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances

CAS: Chemical Abstracts Service (division of the American Chemical Society)

LC50: Lethal concentration, 50 percent

LD50: Lethal dose, 50 percent

## 8. Benzoína para síntesis

### 1 Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

· Identificador del producto

· Nombre comercial: Benzoína, para síntesis

· Número del artículo: BE0270

· Número CAS:

119-53-9

· Número CE:

204-331-3

· Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

No existen más datos relevantes disponibles.

· Utilización del producto / de la elaboración: Reactivo de laboratorio

· Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

· Fabricante/distribuidor:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) SPAIN

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: www.scharlab.com

· Representante regional:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) ESPAÑA

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: www.scharlab.com

· Área de información: Departamento técnico

· Teléfono de emergencia: Scharlab, S.L. (+34) 93 715 18 11



## 2 Identificación de los peligros

- Clasificación de la sustancia o de la mezcla
- Clasificación con arreglo al Reglamento (CE) n° 1272/2008

La sustancia no se ha clasificado de conformidad con el reglamento CLP.

- Clasificación con arreglo a la Directiva 67/548/CEE o Directiva 1999/45/CE Nulo
- Indicaciones adicionales sobre los riesgos para personas y el medio ambiente: Nulo
- Elementos de la etiqueta
- Etiquetado con arreglo al Reglamento (CE) n° 1272/2008 suprimido
- Pictogramas de peligro suprimido
- Palabra de advertencia suprimido
- Indicaciones de peligro suprimido
- Otros peligros
- Resultados de la valoración PBT y mPmB
- PBT: No aplicable.
- mPmB: No aplicable.

## 3 Composición/información sobre los componentes

- Caracterización química: Sustancias
- Denominación N° CAS  
119-53-9 benzoína
- Número(s) de identificación
- Número CE: 204-331-3

## 4 Primeros auxilios

- Descripción de los primeros auxilios
- Instrucciones generales: No se precisan medidas especiales.
- En caso de inhalación del producto:  
Suministrar aire fresco. En caso de trastornos, consultar al médico.
- En caso de contacto con la piel: Por regla general, el producto no irrita la piel.
- En caso de contacto con los ojos:

Limpia los ojos abiertos durante varios minutos con agua corriente.

- En caso de ingestión: Consultar un médico si los trastornos persisten.

- Indicaciones para el médico:

- Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

No existen más datos relevantes disponibles.

- Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

No existen más datos relevantes disponibles.

## **5 Medidas de lucha contra incendios**

- Medios de extinción

- Sustancias extintoras apropiadas:

CO<sub>2</sub>, polvo extintor o chorro de agua rociada. Combatir incendios mayores con chorro de agua rociada o espuma resistente al alcohol.

- Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

No existen más datos relevantes disponibles.

- Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

- Equipo especial de protección: No se requieren medidas especiales.

## **6 Medidas en caso de vertido accidental**

- Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

No es necesario.

- Precauciones relativas al medio ambiente:

Evitar que penetre en la canalización /aguas de superficie /agua subterráneas.

- Métodos y material de contención y de limpieza: Recoger mecánicamente.

- Referencia a otras secciones

No se desprenden sustancias peligrosas.

Ver capítulo 7 para mayor información sobre una manipulación segura.

Ver capítulo 8 para mayor información sobre el equipo personal de protección.

Para mayor información sobre cómo desechar el producto, ver capítulo 13.

## 7 Manipulación y almacenamiento

- Manipulación:
- Precauciones para una manipulación segura No se requieren medidas especiales.
- Prevención de incendios y explosiones: No se requieren medidas especiales.
- Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades
- Almacenamiento:
- Exigencias con respecto al almacén y los recipientes: No se requieren medidas especiales.
- Normas en caso de un almacenamiento conjunto: No es necesario.
- Indicaciones adicionales sobre las condiciones de almacenamiento: Ningunos, -as.
- Usos específicos finales No existen más datos relevantes disponibles.

## 8 Controles de exposición/protección individual

- Instrucciones adicionales para el acondicionamiento de instalaciones técnicas:

Sin datos adicionales, ver punto 7.

- Parámetros de control

- Componentes con valores límite admisibles que deben controlarse en el puesto de trabajo:

Nulo.

- Indicaciones adicionales:

Como base se han utilizado las listas vigentes en el momento de la elaboración.

- Controles de la exposición

- Equipo de protección individual:

- Medidas generales de protección e higiene:

Se deben observar las medidas de seguridad para el manejo de productos químicos.

- Protección respiratoria: No es necesario.

- Protección de manos:

El material del guante deberá ser impermeable y resistente al producto / sustancia / preparado.

Ante la ausencia de tests específicos, no se puede recomendar ningún material específico para guantes de protección contra el producto / preparado / mezcla de sustancias químicas.

Selección del material de los guantes en función de los tiempos de rotura, grado de permeabilidad y degradación.

- Material de los guantes

La elección del guante adecuado no depende únicamente del material, sino también de otras características de calidad, que pueden variar de un fabricante a otro.

- Tiempo de penetración del material de los guantes

El tiempo de resistencia a la penetración exacto deberá ser pedido al fabricante de los guantes.

Este tiempo debe ser respetado.

- Protección de ojos: No es necesario.

## 9 Propiedades físicas y químicas

- Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- Datos generales

- Aspecto:

Forma: Sólido

Color: No determinado.

- Olor: Característico

- Umbral olfativo: No determinado.

- valor pH: No aplicable.

- Cambio de estado

Punto de fusión /campo de fusión: 133-135 °C

Punto de ebullición /campo de ebullición: 344 °C

- Punto de inflamación: No aplicable.

- Inflamabilidad (sólido, gaseiforme): La sustancia no es inflamable.

- Temperatura de ignición:

Temperatura de descomposición: No determinado.

- Autoinflamabilidad: No determinado.

- Peligro de explosión: El producto no es explosivo.

- Límites de explosión:

Inferior: No determinado.

Superior: No determinado.

· Presión de vapor a 136 °C:	1,3 hPa
· Densidad a 20 °C:	0,5 g/cm <sup>3</sup>
· Densidad relativa	No determinado.
· Densidad de vapor	No aplicable.
· Velocidad de evaporación	No aplicable.
· Solubilidad en / miscibilidad con agua:	No determinado.
· Coeficiente de reparto (n-octanol/agua):	No determinado.
· Viscosidad:	
Dinámica:	No aplicable.
Cinemática:	No aplicable.
· Información adicional	No existen más datos relevantes disponibles.

## 10 Estabilidad y reactividad

- Reactividad
- Estabilidad química
- Descomposición térmica / condiciones que deben evitarse:  
No se descompone al emplearse adecuadamente.
- Posibilidad de reacciones peligrosas No se conocen reacciones peligrosas.
- Condiciones que deben evitarse No existen más datos relevantes disponibles.
- Materiales incompatibles: No existen más datos relevantes disponibles.
- Productos de descomposición peligrosos:  
No se conocen productos de descomposición peligrosos.

## 11 Información toxicológica

- Información sobre los efectos toxicológicos
- Toxicidad aguda:
- Valores LD/LC50 (dosis letal/dosis letal=50%) relevantes para la clasificación:
- Oral LD50 10000 mg/kg (rata)
- Dermal LD50 8870 mg/kg (conejo)
- Efecto estimulante primario:

- en la piel: No produce irritaciones.
- en el ojo: No produce irritaciones.
- Sensibilización: No se conoce ningún efecto sensibilizante.
- Indicaciones toxicológicas adicionales:

Según nuestra experiencia y las informaciones que tenemos al respecto, el producto no produce ningún efecto perjudicial para la salud cuando se maneja adecuadamente y se emplea con los fines especificados.

El producto no requiere etiquetaje conforme a la última versión de las Listas de la CE.

## **12 Información ecológica**

- Toxicidad
- Toxicidad acuática: No existen más datos relevantes disponibles.
- Persistencia y degradabilidad No existen más datos relevantes disponibles.
- Comportamiento en sistemas ecológicos:
- Potencial de bioacumulación No existen más datos relevantes disponibles.
- Movilidad en el suelo No existen más datos relevantes disponibles.
- Indicaciones medioambientales adicionales:

- Indicaciones generales:

Nivel de riesgo para el agua 2 (autoclasiicación): peligroso para el agua

No dejar que se infiltre en aguas subterráneas, aguas superficiales o en alcantarillados.

Una cantidad mínima vertida en el subsuelo ya representa un peligro para el agua potable.

- Resultados de la valoración PBT y mPmB
- PBT: No aplicable.
- mPmB: No aplicable.
- Otros efectos adversos No existen más datos relevantes disponibles.

## **13 Consideraciones relativas a la eliminación**

- Métodos para el tratamiento de residuos
- Recomendación: Pequeñas cantidades pueden ser desechadas con la basura doméstica.
- Embalajes sin limpiar:
- Recomendación: Eliminar conforme a las disposiciones oficiales.

**14 Información relativa al transporte**

- Número UN
- ADR, ADN, IMDG, IATA suprimido
- Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas
- ADR, ADN, IMDG, IATA suprimido
- Clase(s) de peligro para el transporte
- ADR, ADN, IMDG, IATA
- Clase suprimido
- Grupo de embalaje
- ADR, IMDG, IATA suprimido
- Peligros para el medio ambiente:
- Contaminante marino: No
- Precauciones particulares para los usuarios No aplicable.
- Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC No aplicable.
- "Reglamentación Modelo" de la UNECE: -

**15 Información reglamentaria**

- Evaluación de la seguridad química:

Una evaluación de la seguridad química no se ha llevado a cabo.

**16 Otra información**

Los datos se fundan en el estado actual de nuestros conocimientos, pero no constituyen garantía alguna de cualidades del producto y no generan ninguna relación jurídica contractual.

- Departamento de creación de MSDS: Departamento de seguridad de productos

· Interlocutor: msds@scharlab.com

- Abreviaturas y acrónimos:

RID: Règlement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (Regulations Concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail)

ADR: Accord européen sur le transport des marchandises dangereuses par Route (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

GHS: Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances

CAS: Chemical Abstracts Service (division of the American Chemical Society)

LC50: Lethal concentration, 50 percent

LD50: Lethal dose, 50 percent



## 9. 2-Hidroxietil acrilato – HEA

### SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto: Acrilato de 2-hidroxietilo

Referencia: 292818

Marca: Aldrich

No. Índice: 607-072-00-8

REACH No. : Un número de registro no está disponible para esta sustancia, ya que la sustancia o sus usos están exentos del registro, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior

No. CAS: 818-61-1

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados: Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía: Sigma-Aldrich Quimica, S.L.  
Ronda de Poniente, 3  
Apto. Correos 278  
E-28760 TRES CANTOS -MADRID

Teléfono: +34 91 6619977

Fax: +34 91 6619642

E-mail de contacto: eurtechserv@sial.com

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia: 704100087

### SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Toxicidad aguda, Cutáneo (Categoría 3), H311

Corrosión cutáneas (Categoría 1B), H314

Sensibilización cutánea (Categoría 1), H317

Toxicidad acuática aguda (Categoría 1), H400

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

Xi	Irritante	R36/37/38
T	Tóxico	R24
C	Corrosivo	R34
		R43
N	Peligroso para el medio ambiente	R50

El texto completo de las frases R mencionadas en esta Sección, se indica en la Sección 16.

## 2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma



Palabra de advertencia	Peligro
Indicación(es) de peligro	
H311	Tóxico en contacto con la piel.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H317	Puede provocar una reacción alérgica en la piel.
H400	Muy tóxico para los organismos acuáticos.
Declaración(es) de prudencia	
P273	Evitar su liberación al medio ambiente.
P280	Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con lavado.
Declaración Suplementaria del Peligro	ninguno(a)

## 2.3 Otros Peligros - ninguno(a)

**SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes**

## 3.1 Sustancias

Formula:	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>
Peso molecular:	116,12 g/mol
No. CAS:	818-61-1
No. CE:	212-454-9
No. Indice:	607-072-00-8

Ingredientes peligrosos de acuerdo con el Reglamento (CE) N° 1272/2008

Comonente	Clasificación	Concentración
<b>2-Hydroxyethyl acrylate</b>		
	Acute Tox. 3; Skin Corr. 1B; Skin Sens. 1; Aquatic Acute 1; H314. H400. H311. H317	-

**Ingrediente peligroso según la Directiva 1999/45/CE**

Componente	Clasificación	Concentración
<b>2-Hydroxyethyl acrylate</b>		
	T, N, R24 - R34 - R43 - R50	-

Para el texto completo de las frases de Riesgo y Seguridad mencionadas en esta Sección, ver la Sección 16

**SECCIÓN 4: Primeros auxilios**

## 4.1 Descripción de los primeros auxilios

## Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial.

Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua.

Consultar a un médico.

#### 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Sin datos disponibles

### **SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios**

#### 5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

#### 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de carbono

#### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

#### 5.4 Otros datos

Sin datos disponibles

### **SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental**

#### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Utilícese equipo de protección individual. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacuar el personal a zonas seguras.

Equipo de protección individual, ver sección 8.

#### 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

#### 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Empapar con material absorbente inerte y eliminar como un desecho especial. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

#### 6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

### **SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento**

#### 7.1 Precauciones para una manipulación segura

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina.

Ver precauciones en la sección 2.2

#### 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

Temperatura de almacenaje recomendada: 2 - 8 °C

#### 7.3 Usos específicos finales

Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2 no se estipulan otros usos específicos

### **SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual**

#### 8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

#### 8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad con protecciones laterales conformes con la EN166 Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto

de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

#### Sumerción

Material: Chloropreno

espesura minima de capa: 0,6 mm

Tiempo de perforación: 480 min

Material probado:Camapren® (KCL 722 / Aldrich Z677493, Talla M)

#### Salpicaduras

Material: Caucho nitrilo

espesura minima de capa: 0,4 mm

Tiempo de perforación: 30 min

Material probado:Camatril® (KCL 730 / Aldrich Z677442, Talla M)

origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Teléfono +49 (0)6659 87300, e-mail

sales@kcl.de, Método de prueba: EN374

Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, ponerse en contacto con el proveedor de los guantes aprobados CE. Esta recomendación es meramente aconsejable y deberá ser evaluada por un responsable de seguridad e higiene industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

#### Protección Corporal

Traje de protección completo contra productos químicos, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

#### Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son apropiados, usar un respirador que cubra toda la cara con combinacion multi-proposito (EEUU) o tipo ABEK (EN 14387) respiradores de cartucho de respuesto para controles de ingeniería. Si el respirador es la unica protección, usar un respirador suministrado que cubra toda la cara Usar respiradores y componenetes testados y aprovados bajo los standards gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

#### Control de exposición ambiental

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

**SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas**

## 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a) Aspecto	Forma: líquido
b) Olor	sin datos disponibles
c) Umbral olfativo	sin datos disponibles
d) pH	sin datos disponibles
e) Punto de fusión/ punto de congelación	< -60 °C
f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	90 - 92 °C
g) Punto de inflamación	97 °C
h) Tasa de evaporación	sin datos disponibles
i) Inflamabilidad (sólido, gas)	sin datos disponibles
j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	Límites inferior de explosividad: 1,8 %(V)
k) Presión de vapor	< 0,13 hPa a 20 °C
l) Densidad de vapor	sin datos disponibles
m) Densidad relativa	1,106 g/cm <sup>3</sup>
n) Solubilidad en agua	sin datos disponibles
o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua	log Pow: -0,21
p) Temperatura de auto-inflamación	sin datos disponibles
q) Temperatura de descomposición	sin datos disponibles
r) Viscosidad	sin datos disponibles
s) Propiedades explosivas	sin datos disponibles

t) Propiedades sin datos disponibles

comburentes

9.2 Otra información de seguridad

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad**

10.1 Reactividad

Sin datos disponibles

10.2 Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

Contiene el estabilizador(es) siguiente(s):

Mequinol ( $\geq 200$  -  $\leq 650$  ppm)

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Sin datos disponibles

10.4 Condiciones que deben evitarse

Sin datos disponibles

10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles

En caso de incendio: véase sección 5

## **SECCIÓN 11: Información toxicológica**

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 598 mg/kg

Corrosión o irritación cutáneas

Piel - conejo

Resultado: Grave irritación de la piel

Lesiones o irritación ocular graves



Ojos - conejo

Resultado: Grave irritación de los ojos - 24 h

Sensibilización respiratoria o cutánea

Mutagenicidad en células germinales

sin datos disponibles

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

Sin datos disponibles

Peligro de aspiración

Sin datos disponibles

Información Adicional

RTECS: Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 12: Información ecológica**

### 12.1 Toxicidad

Toxicidad para los - Pimephales promelas (Piscardo de cabeza gorda) - 4,8 mg/l - 96,0 hpeces

Toxicidad para las

dafnias y otros invertebrados - Daphnia magna (Pulga de mar grande) - 0,78 mg/l - 48 h

acuáticos

### 12.2 Persistencia y degradabilidad

Sin datos disponibles

### 12.3 Potencial de bioacumulación

Sin datos disponibles

### 12.4 Movilidad en el suelo

Sin datos disponibles

#### 12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

La valoración de PBT / mPmB no está disponible ya que la evaluación de la seguridad química no es necesaria / no se ha realizado

#### 12.6 Otros efectos adversos

Muy tóxico para los organismos acuáticos.

### **SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación**

#### 13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

Producto

Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

### **SECCIÓN 14: Información relativa al transporte**

#### 14.1 Número ONU

ADR/RID: 2922                      IMDG: 2922                      IATA: 2922

#### 14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADR/RID: LÍQUIDO CORROSIVO, TÓXICO, N.E.P. (2-Hydroxyethyl acrylate)

IMDG: CORROSIVE LIQUID, TOXIC, N.O.S. (2-Hydroxyethyl acrylate)

IATA: Corrosive liquid, toxic, n.o.s. (2-Hydroxyethyl acrylate)

#### 14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADR/RID: 8 (6.1)    IMDG: 8 (6.1)                      IATA: 8 (6.1)

#### 14.4 Grupo embalaje

ADR/RID: II                      IMDG: II                      IATA: II

#### 14.5 Peligros para el medio ambiente

ADR/RID: si                      IMDG Marine pollutant: yes                      IATA: no

#### 14.6 Precauciones particulares para los usuarios

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 15: Información reglamentaria**

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamentación (CE) No. 1907/2006.

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Sin datos disponibles

15.2 Evaluación de la seguridad química

Para este producto no se ha llevado a cabo una evaluación de la seguridad química

**SECCIÓN 16: Otra información**

Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

Acute Tox.	Toxicidad aguda
Aquatic Acute	Toxicidad acuática aguda
H311	Tóxico en contacto con la piel.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H317	Puede provocar una reacción alérgica en la piel.
H400	Muy tóxico para los organismos acuáticos.
Skin Corr.	Corrosión cutáneas
Skin Sens.	Sensibilización cutánea

El texto completo de las frases-R referidas en los puntos 2 y 3

N	Peligroso para el medio ambiente
T	Tóxico
R24	Tóxico en contacto con la piel.
R34	Provoca quemaduras.
R43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
R50	Muy tóxico para los organismos acuáticos. Otros datos

Copyright 2013 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el

producto indicado arriba. Dirijase a [www.sigma-aldrich.com](http://www.sigma-aldrich.com) y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

## 10. Acetona para síntesis

### 1 Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

- Identificador del producto
- Nombre comercial: Acetona, para síntesis
- Número del artículo: AC0306
- Número CAS:  
67-64-1
- Número CE:  
200-662-2
- Número de clasificación:  
606-001-00-8
- Número de registro 01-2119471330-49-XXXX
- Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

No existen más datos relevantes disponibles.

- Utilización del producto / de la elaboración: Reactivo de laboratorio
- Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad
- Fabricante/distribuidor:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) SPAIN

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: [scharlab@scharlab.com](mailto:scharlab@scharlab.com)

Internet Web Site: [www.scharlab.com](http://www.scharlab.com)

- Representante regional:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) ESPAÑA

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: www.scharlab.com

· Área de información: Departamento técnico

· Teléfono de emergencia: Scharlab, S.L. (+34) 93 715 18 11

## 2 Identificación de los peligros

· Clasificación de la sustancia o de la mezcla

· Clasificación con arreglo al Reglamento (CE) n° 1272/2008



GHS02 llama

Flam. Liq. 2 H225 Líquido y vapores muy inflamables.



GHS07

Eye Irrit. 2 H319 Provoca irritación ocular grave.

STOT SE 3 H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.

· Clasificación con arreglo a la Directiva 67/548/CEE o Directiva 1999/45/CE



Xi; Irritante

R36: Irrita los ojos.



F; Fácilmente inflamable

R11: Fácilmente inflamable.

R66-67: La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

· Indicaciones adicionales sobre los riesgos para personas y el medio ambiente:

Debido al efecto desengrasante del disolvente, el contacto prolongado o repetido con la piel puede provocar una dermatitis (inflamación de la piel).

· Elementos de la etiqueta

· Etiquetado con arreglo al Reglamento (CE) n° 1272/2008

La sustancia se ha clasificado y etiquetado de conformidad con el reglamento CLP.

· Pictogramas de peligro



GHS02



GHS07

· Palabra de advertencia Peligro

· Indicaciones de peligro

H225 Líquido y vapores muy inflamables.

H319 Provoca irritación ocular grave.

H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.

· Consejos de prudencia

P210 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.

P241 Utilizar un material eléctrico, de ventilación o de iluminación/antideflagrante.

P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.

P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P405 Guardar bajo llave.

P501 Eliminar el contenido o el recipiente conforme a la reglamentación local/regional/nacional/internacional.

· Datos adicionales:

EUH066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

· Otros peligros

· Resultados de la valoración PBT y mPmB

· PBT: No aplicable.

· mPmB: No aplicable.

### 3 Composición/información sobre los componentes

· Caracterización química: Sustancias

· Denominación Nº CAS

67-64-1 acetona

· Número(s) de identificación

- Número CE: 200-662-2
- Número de clasificación: 606-001-00-8

#### **4 Primeros auxilios**

- Descripción de los primeros auxilios
- En caso de inhalación del producto:

Suministrar aire fresco. En caso de trastornos, consultar al médico.

- En caso de contacto con la piel: Por regla general, el producto no irrita la piel.
- En caso de contacto con los ojos:

Limpiar los ojos abiertos durante varios minutos con agua corriente. En caso de trastornos persistentes consultar un médico.

- En caso de ingestión: Consultar un médico si los trastornos persisten.
- Indicaciones para el médico:

- Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

No existen más datos relevantes disponibles.

- Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

No existen más datos relevantes disponibles.

#### **5 Medidas de lucha contra incendios**

- Medios de extinción
- Sustancias extintoras apropiadas:

CO<sub>2</sub>, polvo extintor o chorro de agua rociada. Combatir incendios mayores con chorro de agua rociada o espuma resistente al alcohol.

- Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

No existen más datos relevantes disponibles.

- Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios
- Equipo especial de protección: No se requieren medidas especiales.

#### **6 Medidas en caso de vertido accidental**

- Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Llevar puesto equipo de protección. Mantener alejadas las personas sin protección.

- Precauciones relativas al medio ambiente:

Diluir con mucha agua.

Evitar que penetre en la canalización /aguas de superficie /agua subterráneas.

- Métodos y material de contención y de limpieza:

Quitar con material absorbente (arena, kieselgur, aglutinante de ácidos, aglutinante universal, aserrín).

Asegurar suficiente ventilación.

- Referencia a otras secciones

Ver capítulo 7 para mayor información sobre una manipulación segura.

Ver capítulo 8 para mayor información sobre el equipo personal de protección.

Para mayor información sobre cómo desechar el producto, ver capítulo 13.

## **7 Manipulación y almacenamiento**

- Manipulación:

- Precauciones para una manipulación segura

Si se manipulan correctamente, no se requieren medidas especiales.

- Prevención de incendios y explosiones:

Mantener alejadas las fuentes de encendido. No fumar.

Tomar medidas contra las cargas electrostáticas.

- Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

- Almacenamiento:

- Exigencias con respecto al almacén y los recipientes: Almacenar en un lugar fresco.

- Normas en caso de un almacenamiento conjunto: No es necesario.

- Indicaciones adicionales sobre las condiciones de almacenamiento:

Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

Almacenarlo en envases bien cerrados en un lugar fresco y seco.

- Usos específicos finales No existen más datos relevantes disponibles.

## **8 Controles de exposición/protección individual**



· Instrucciones adicionales para el acondicionamiento de instalaciones técnicas:

Sin datos adicionales, ver punto 7.

· Parámetros de control

· Componentes con valores límite admisibles que deben controlarse en el puesto de trabajo:

67-64-1 acetona

LEP ( ) Valor de larga duración: 1210 mg/m<sup>3</sup>, 500 ppm

VLB, VLI

· Componentes con valores límite biológicos:

67-64-1 acetona

VLB ( ) 50 mg/l

Muestra: orina

Momento de Muestero: Final de la jornada laboral

Indicador Biológico: Acetona

· Indicaciones adicionales:

Como base se han utilizado las listas vigentes en el momento de la elaboración.

· Controles de la exposición

· Equipo de protección individual:

· Medidas generales de protección e higiene:

Mantener alejado de alimentos, bebidas y alimentos para animales.

Quitarse de inmediato la ropa ensuciada o impregnada.

Lavarse las manos antes de las pausas y al final del trabajo.

Evitar el contacto con los ojos.

Evitar el contacto con los ojos y la piel.

· Protección respiratoria: No es necesario.

· Protección de manos:

El material del guante deberá ser impermeable y resistente al producto / sustancia / preparado.

Ante la ausencia de tests específicos, no se puede recomendar ningún material específico para guantes de protección contra el producto / preparado / mezcla de sustancias químicas.

Selección del material de los guantes en función de los tiempos de rotura, grado de permeabilidad y degradación.

· Material de los guantes

La elección del guante adecuado no depende únicamente del material, sino también de otras características de calidad, que pueden variar de un fabricante a otro.

- Tiempo de penetración del material de los guantes

El tiempo de resistencia a la penetración exacto deberá ser pedido al fabricante de los guantes.

Este tiempo debe ser respetado.

- Protección de ojos:



Gafas de protección herméticas

## 9 Propiedades físicas y químicas

- Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- Datos generales

- Aspecto:

Forma: Líquido

Color: Incoloro

- Olor: Característico

- Umbral olfativo: No determinado.

- valor pH: No determinado.

- Cambio de estado

Punto de fusión /campo de fusión: 94,7 °C

Punto de ebullición /campo de ebullición: 55,8-56,6 °C

- Punto de inflamación: < -20 °C

- Inflamabilidad (sólido, gaseiforme): No aplicable.

- Temperatura de ignición: 465 °C

- Temperatura de descomposición: No determinado.

- Autoinflamabilidad: No determinado.

- Peligro de explosión: El producto no es explosivo; sin embargo, pueden formarse mezclas explosivas de vapor / aire.

- Límites de explosión:

Inferior: 2,6 Vol %

Superior: 13 Vol %

· Presión de vapor a 20 °C:	233 hPa
· Densidad a 20 °C:	0,79 g/cm <sup>3</sup>
· Densidad relativa	No determinado.
· Densidad de vapor	No determinado.
· Velocidad de evaporación	No determinado.
· Solubilidad en / miscibilidad con agua:	Completamente mezclable.
· Coeficiente de reparto (n-octanol/agua):	No determinado.
· Viscosidad:	
Dinámica a 25 °C:	32 mPas
Cinemática:	No determinado.
· Información adicional	No existen más datos relevantes disponibles.

## 10 Estabilidad y reactividad

- Reactividad
- Estabilidad química
- Descomposición térmica / condiciones que deben evitarse:  
No se descompone al emplearse adecuadamente.
- Posibilidad de reacciones peligrosas No se conocen reacciones peligrosas.
- Condiciones que deben evitarse No existen más datos relevantes disponibles.
- Materiales incompatibles: No existen más datos relevantes disponibles.
- Productos de descomposición peligrosos:  
No se conocen productos de descomposición peligrosos.

## 11 Información toxicológica

- Información sobre los efectos toxicológicos
- Toxicidad aguda:  
· Valores LD/LC50 (dosis letal/dosis letal=50%) relevantes para la clasificación:  
Oral LD50 5800 mg/kg (rata)  
Dermal LD50 20000 mg/kg (conejo)

- Efecto estimulante primario:
- en la piel: No produce irritaciones.
- en el ojo: Produce irritaciones.
- Sensibilización: No se conoce ningún efecto sensibilizante.

## **12 Información ecológica**

- Toxicidad
- Toxicidad acuática: No existen más datos relevantes disponibles.
- Persistencia y degradabilidad No existen más datos relevantes disponibles.
- Comportamiento en sistemas ecológicos:
- Potencial de bioacumulación No existen más datos relevantes disponibles.
- Movilidad en el suelo No existen más datos relevantes disponibles.
- Indicaciones medioambientales adicionales:
- Indicaciones generales:

Nivel de riesgo para el agua 1 (clasificación de listas): escasamente peligroso para el agua



En estado no diluido o no neutralizado, no dejar que se infiltre en aguas subterráneas, aguas superficiales o en alcantarillados.

- Resultados de la valoración PBT y mPmB
- PBT: No aplicable.
- mPmB: No aplicable.
- Otros efectos adversos No existen más datos relevantes disponibles.

## **13 Consideraciones relativas a la eliminación**

- Métodos para el tratamiento de residuos
- Recomendación: No debe desecharse con la basura doméstica. No debe llegar al alcantarillado.
- Embalajes sin limpiar:
- Recomendación: Eliminar conforme a las disposiciones oficiales.
- Producto de limpieza recomendado: Agua, eventualmente añadiendo productos de limpieza.

## **14 Información relativa al transporte**

· Número UN	
· ADR, IMDG, IATA	UN1090
· Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	
· ADR	1090 ACETONA
· IMDG, IATA	ACETONE
· Clase(s) de peligro para el transporte	
· ADR	
	
· Clase	3 Líquidos inflamables
· Etiqueta	3
· IMDG, IATA	
	
· Class	3 Flammable liquids.
· Label	3
· Grupo de embalaje	
· ADR, IMDG, IATA	II
· Peligros para el medio ambiente:	
· Contaminante marino:	No
· Precauciones particulares para los usuarios	Atención: Líquidos inflamables
· Número Kemler:	33
· Número EMS:	F-E,S-D
· Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC	No aplicable.
· Transporte/datos adicionales:	
· ADR	
· Cantidades limitadas (LQ)	1L
· Categoría de transporte	2
· Código de restricción del túnel	D/E
· "Reglamentación Modelo" de la UNECE:	UN1090, ACETONA, 3, II

## 15 Información reglamentaria

- Evaluación de la seguridad química:

Una evaluación de la seguridad química no se ha llevado a cabo.

## 16 Otra información

Los datos se fundan en el estado actual de nuestros conocimientos, pero no constituyen garantía alguna de cualidades del producto y no generan ninguna relación jurídica contractual.

- Departamento de creación de MSDS: Departamento de seguridad de productos

- Interlocutor: [msds@scharlab.com](mailto:msds@scharlab.com)

- Abreviaturas y acrónimos:

RID: Règlement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (Regulations Concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail)

ICAO: International Civil Aviation Organization

ADR: Accord européen sur le transport des marchandises dangereuses par Route (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods

IATA: International Air Transport Association

GHS: Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances

CAS: Chemical Abstracts Service (division of the American Chemical Society)

LC50: Lethal concentration, 50 percent

LD50: Lethal dose, 50 percent

## 11. Etanol absoluto

### 1 Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

· Identificador del producto

· Nombre comercial: Etanol absoluto, para síntesis

· Número del artículo: ET0002

· Número CAS:

64-17-5

· Número CE:

200-578-6

· Número de clasificación:

603-002-00-5

· Número de registro 01-2119457610-43-XXXX

· Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

No existen más datos relevantes disponibles.

· Utilización del producto / de la elaboración: Reactivo de laboratorio

· Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

· Fabricante/distribuidor:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) SPAIN

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: www.scharlab.com

· Representante regional:

Scharlab, S.L.

C/Gato Pérez, 33. Pol.Ind. Mas d'en Cisa

08181 Sentmenat (Barcelona) ESPAÑA

Tel: (+34) 93 745 64 00 - FAX: (+34) 93 715 27 65

email: scharlab@scharlab.com

Internet Web Site: [www.scharlab.com](http://www.scharlab.com)

- Área de información: Departamento técnico
- Teléfono de emergencia: Scharlab, S.L. (+34) 93 715 18 11

## 2 Identificación de los peligros

- Clasificación de la sustancia o de la mezcla
- Clasificación con arreglo al Reglamento (CE) nº 1272/2008



GHS02 llama

Flam. Liq. 2 H225 Líquido y vapores muy inflamables.

- Clasificación con arreglo a la Directiva 67/548/CEE o Directiva 1999/45/CE



F; Fácilmente inflamable

R11: Fácilmente inflamable.

- Indicaciones adicionales sobre los riesgos para personas y el medio ambiente: Nulo
- Elementos de la etiqueta
- Etiquetado con arreglo al Reglamento (CE) nº 1272/2008

La sustancia se ha clasificado y etiquetado de conformidad con el reglamento CLP

- Pictogramas de peligro



GHS02

- Palabra de advertencia Peligro
- Indicaciones de peligro

H225 Líquido y vapores muy inflamables.

- Consejos de prudencia

P210	Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.
P241	Utilizar un material eléctrico, de ventilación o de iluminación/antideflagrante.
P280	Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.
P240	Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción.
P303+P361+P353	EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.



P501 Eliminar el contenido o el recipiente conforme a la reglamentación local/regional/nacional/internacional.

- Otros peligros
- Resultados de la valoración PBT y mPmB
- PBT: No aplicable.
- mPmB: No aplicable.

### **3 Composición/información sobre los componentes**

- Caracterización química: Sustancias
- Denominación Nº CAS  
64-17-5 etanol
- Número(s) de identificación
- Número CE: 200-578-6
- Número de clasificación: 603-002-00-5

### **4 Primeros auxilios**

- Descripción de los primeros auxilios
- En caso de inhalación del producto:  
Suministrar aire fresco. En caso de trastornos, consultar al médico.
- En caso de contacto con la piel: Por regla general, el producto no irrita la piel.
- En caso de contacto con los ojos:  
Limpiar los ojos abiertos durante varios minutos con agua corriente.
- En caso de ingestión: Consultar un médico si los trastornos persisten.
- Indicaciones para el médico:
- Principales síntomas y efectos, agudos y retardados  
No existen más datos relevantes disponibles.
- Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente  
No existen más datos relevantes disponibles.

### **5 Medidas de lucha contra incendios**

- Medios de extinción

- Sustancias extintoras apropiadas:

CO<sub>2</sub>, polvo extintor o chorro de agua rociada. Combatir incendios mayores con chorro de agua rociada o espuma resistente al alcohol.

- Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

No existen más datos relevantes disponibles.

- Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios
- Equipo especial de protección: No se requieren medidas especiales.

## **6 Medidas en caso de vertido accidental**

- Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Llevar puesto equipo de protección. Mantener alejadas las personas sin protección.

- Precauciones relativas al medio ambiente:

Diluir con mucha agua.

Evitar que penetre en la canalización /aguas de superficie /agua subterráneas.

- Métodos y material de contención y de limpieza:

Quitar con material absorbente (arena, kieselgur, aglutinante de ácidos, aglutinante universal, aserrín).

Asegurar suficiente ventilación.

- Referencia a otras secciones

Ver capítulo 7 para mayor información sobre una manipulación segura.

Ver capítulo 8 para mayor información sobre el equipo personal de protección.

Para mayor información sobre cómo desechar el producto, ver capítulo 13.

## **7 Manipulación y almacenamiento**

- Manipulación:

- Precauciones para una manipulación segura

Si se manipulan correctamente, no se requieren medidas especiales.

- Prevención de incendios y explosiones:

Mantener alejadas las fuentes de encendido. No fumar.

Tomar medidas contra las cargas electrostáticas.

- Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades
- Almacenamiento:
- Exigencias con respecto al almacén y los recipientes: Almacenar en un lugar fresco.
- Normas en caso de un almacenamiento conjunto: No es necesario.
- Indicaciones adicionales sobre las condiciones de almacenamiento:  
Mantener el recipiente cerrado herméticamente.  
Almacenarlo en envases bien cerrados en un lugar fresco y seco.
- Usos específicos finales No existen más datos relevantes disponibles.

### **8 Controles de exposición/protección individual**

- Instrucciones adicionales para el acondicionamiento de instalaciones técnicas:

Sin datos adicionales, ver punto 7.

- Parámetros de control

· Componentes con valores límite admisibles que deben controlarse en el puesto de trabajo:

64-17-5 etanol

LEP ( ) Valor de corta duración: 1910 mg/m<sup>3</sup>, 1000 ppm

s

- Indicaciones adicionales:

Como base se han utilizado las listas vigentes en el momento de la elaboración.

- Controles de la exposición
- Equipo de protección individual:
- Medidas generales de protección e higiene:

Lavarse las manos antes de las pausas y al final del trabajo.

- Protección respiratoria: No es necesario.

- Protección de manos:

El material del guante deberá ser impermeable y resistente al producto / sustancia / preparado.

Ante la ausencia de tests específicos, no se puede recomendar ningún material específico para guantes de protección contra el producto / preparado / mezcla de sustancias químicas.

Selección del material de los guantes en función de los tiempos de rotura, grado de permeabilidad y degradación.

- Material de los guantes

La elección del guante adecuado no depende únicamente del material, sino también de otras características de calidad, que pueden variar de un fabricante a otro.

- Tiempo de penetración del material de los guantes

El tiempo de resistencia a la penetración exacto deberá ser pedido al fabricante de los guantes.

Este tiempo debe ser respetado.

- Protección de ojos:



Gafas de protección herméticas

## 9 Propiedades físicas y químicas

- Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- Datos generales

- Aspecto:

Forma: Líquido

Color: Incoloro

- Olor: Similar al del alcohol

- Umbral olfativo: No determinado.

- valor pH: No determinado.

- Cambio de estado

Punto de fusión /campo de fusión: -114,5 °C

Punto de ebullición /campo de ebullición: 78 °C

- Punto de inflamación: 12 °C

- Inflamabilidad (sólido, gaseiforme): No aplicable.

- Temperatura de ignición: 425 °C

- Temperatura de descomposición: No determinado.

- Autoinflamabilidad: No determinado.

- Peligro de explosión: El producto no es explosivo; sin embargo, pueden formarse mezclas explosivas de vapor / aire.

- Límites de explosión:

Inferior: 3,5 Vol %

Superior:	15 Vol %
· Presión de vapor a 20 °C:	59 hPa
· Densidad a 20 °C:	0,79 g/cm <sup>3</sup>
· Densidad relativa	No determinado.
· Densidad de vapor	No determinado.
· Velocidad de evaporación	No determinado.
· Solubilidad en / miscibilidad con agua a 20 °C:	1 g/l
· Coeficiente de reparto (n-octanol/agua):	No determinado.
· Viscosidad:	
Dinámica a 20 °C:	1,2 mPas
Cinemática:	No determinado.
· Información adicional	No existen más datos relevantes disponibles.

## 10 Estabilidad y reactividad

- Reactividad
- Estabilidad química
- Descomposición térmica / condiciones que deben evitarse:  
No se descompone al emplearse adecuadamente.
- Posibilidad de reacciones peligrosas No se conocen reacciones peligrosas.
- Condiciones que deben evitarse No existen más datos relevantes disponibles.
- Materiales incompatibles: No existen más datos relevantes disponibles.
- Productos de descomposición peligrosos:  
No se conocen productos de descomposición peligrosos.

## 11 Información toxicológica

- Información sobre los efectos toxicológicos
  - Toxicidad aguda:
  - Valores LD/LC50 (dosis letal/dosis letal=50%) relevantes para la clasificación:
- Oral LD50 7060 mg/kg (rata)

Inhalatorio LC50/4 h 20000 mg/l (rata)

- Efecto estimulante primario:
- en la piel: No produce irritaciones.
- en el ojo: No produce irritaciones.
- Sensibilización: No se conoce ningún efecto sensibilizante.

## **12 Información ecológica**

- Toxicidad
- Toxicidad acuática: No existen más datos relevantes disponibles.
- Persistencia y degradabilidad No existen más datos relevantes disponibles.
- Comportamiento en sistemas ecológicos:
- Potencial de bioacumulación No existen más datos relevantes disponibles.
- Movilidad en el suelo No existen más datos relevantes disponibles.
- Indicaciones medioambientales adicionales:
- Indicaciones generales:

Nivel de riesgo para el agua 1 (clasificación de listas): escasamente peligroso para el agua



En estado no diluido o no neutralizado, no dejar que se infiltre en aguas subterráneas, aguas superficiales o en alcantarillados.

- Resultados de la valoración PBT y mPmB
- PBT: No aplicable.
- mPmB: No aplicable.
- Otros efectos adversos No existen más datos relevantes disponibles.

## **13 Consideraciones relativas a la eliminación**

- Métodos para el tratamiento de residuos
- Recomendación: No debe desecharse con la basura doméstica. No debe llegar al alcantarillado.
- Embalajes sin limpiar:
- Recomendación: Eliminar conforme a las disposiciones oficiales.
- Producto de limpieza recomendado: Agua, eventualmente añadiendo productos de limpieza.

**14 Información relativa al transporte**

· Número UN	
· ADR, IMDG, IATA	UN1170
· Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	
· ADR	1170 ETANOL (ALCOHOL ETÍLICO)
· IMDG	ETHANOL (ETHYL ALCOHOL)
· IATA	ETHANOL
· Clase(s) de peligro para el transporte	
· ADR	
	
· Clase	3 Líquidos inflamables
· Etiqueta	3
· IMDG, IATA	
	
· Class	3 Flammable liquids.
· Label	3
· Grupo de embalaje	
· ADR, IMDG, IATA	II
· Peligros para el medio ambiente:	
· Contaminante marino:	No
· Precauciones particulares para los usuarios	Atención: Líquidos inflamables
· Número Kemler:	33
· Número EMS:	F-E,S-D
· Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC	No aplicable.
· Transporte/datos adicionales:	
· ADR	
· Cantidades limitadas (LQ)	1L
· Categoría de transporte	2

- Código de restricción del túnel D/E
- "Reglamentación Modelo" de la UNECE: UN1170, ETANOL (ALCOHOL ETÍLICO), 3, II

### 15 Información reglamentaria

- Evaluación de la seguridad química:

Una evaluación de la seguridad química no se ha llevado a cabo.

### 16 Otra información

Los datos se fundan en el estado actual de nuestros conocimientos, pero no constituyen garantía alguna de cualidades del producto y no generan ninguna relación jurídica contractual.

- Departamento de creación de MSDS: Departamento de seguridad de productos

- Interlocutor: msds@scharlab.com

- Abreviaturas y acrónimos:

RID: Règlement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (Regulations Concerning the International Transport of Dangerous Goods by Rail)

ICAO: International Civil Aviation Organization

ADR: Accord européen sur le transport des marchandises dangereuses par Route (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road)

IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods

IATA: International Air Transport Association

GHS: Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances

CAS: Chemical Abstracts Service (division of the American Chemical Society)

LC50: Lethal concentration, 50 percent

LD50: Lethal dose, 50 percent



## 12. Bromuro potásico

### SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto: Bromuro de potasio

Referencia: 221864

Marca: Sigma-Aldrich

REACH No. : Un número de registro no está disponible para esta sustancia, ya que la sustancia o sus usos están exentos del registro, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior

No. CAS: 7758-02-3

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados: Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía: Sigma-Aldrich Quimica, S.L.

Ronda de Poniente, 3

Aptdo. Correos 278

E-28760 TRES CANTOS -MADRID

Teléfono: +34 91 6619977

Fax: +34 91 6619642

E-mail de contacto: eurtechserv@sial.com

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia: 704100087

### SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Irritación cutáneas (Categoría 2), H315

Irritación ocular (Categoría 2), H319

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3), Sistema respiratorio, H335

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.


Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

Xi Irritante R36/37/38

El texto completo de las frases R mencionadas en esta Sección, se indica en la Sección 16.

## 2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma	
Palabra de advertencia	Atención
Indicación(es) de peligro	
H315	Provoca irritación cutánea.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
Declaración(es) de prudencia	
P261	Evitar respirar los vapores.
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con lavado.
Declaración Suplementaria del Peligro	ninguno(a)
2.3 Otros Peligros - ninguno(a)	

## SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

### 3.1 Sustancias

Formula:	BrK
Peso molecular:	119,00 g/mol
No. CAS:	7758-02-3
No. CE:	231-830-3

Ingredientes peligrosos de acuerdo con el Reglamento (CE) Nº 1272/2008

Comonente	Clasificación	Concentración
-----------	---------------	---------------

<b>Potassium bromide</b>		
No. CAS	7758-02-3	Skin Irrit. 2; Eye Irrit. 2; STOT
No. CE	231-830-3	SE 3; H315, H319, H335
		<= 100 %

**Ingrediente peligroso según la Directiva 1999/45/CE**

Componente	Clasificación	Concentración
<b>Potassium bromide</b>		
No. CAS	7758-02-3	Xi, R36/37/38
No. CE	231-830-3	
		<= 100 %

Para el texto completo de las frases de Riesgo y Seguridad mencionadas en esta Sección, ver la Sección 16

**SECCIÓN 4: Primeros auxilios**

## 4.1 Descripción de los primeros auxilios

## Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial.

Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua.

Consultar a un médico.

## 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11

## 4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios**

### 5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

### 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Bromuro de hidrógeno gaseoso, Óxidos de potasio

### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

### 5.4 Otros datos

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental**

### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Utilícese equipo de protección individual. Evite la formación de polvo. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacuar el personal a zonas seguras. Evitar respirar el polvo.

Equipo de protección individual, ver sección 8.

### 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

### 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Recoger y preparar la eliminación sin originar polvo. Limpiar y traspalar. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

### 6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

## **SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento**

### 7.1 Precauciones para una manipulación segura

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evítese la formación de polvo y aerosoles.

Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo.

Ver precauciones en la sección 2.2

### 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

higroscópico

### 7.3 Usos específicos finales

Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2 no se estipulan otros usos específicos

## **SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual**

### 8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

### 8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad con protecciones laterales conformes con la EN166 Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Sumerción

Material: Caucho nitrilo

espesura minima de capa: 0,11 mm

Tiempo de perforación: 480 min

Material probado: Dermatrill® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Talla M)

Salpicaduras

Material: Caucho nitrilo

espesura minima de capa: 0,11 mm

Tiempo de perforación: 480 min

Material probado: Dermatril® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Talla M)

origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Teléfono +49 (0)6659 87300, e-mail

sales@kcl.de, Método de prueba: EN374

Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, ponerse en contacto con el proveedor de los guantes aprobados CE. Esta recomendación es meramente aconsejable y deberá ser evaluada por un responsable de seguridad e higiene industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

#### Protección Corporal

Indumentaria impermeable, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

#### Protección respiratoria

Para exposiciones molestas use respirador de partículas tipo P95 (EE.UU.) o tipo P1 (UE EN 143). Para un nivel de protección mayor use cartuchos de respirador tipo OV/AG/P99 (EE.UU.) o ABEK-P2 (UE EN 143). Usar respiradores y componetes testados y aprobados bajo los standards gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

#### Control de exposición ambiental

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

## SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

### 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- |  |  |
|--|--|
| a) Aspecto   | Forma: sólido                            |
| b) Olor  | sin datos disponibles                    |
| c) Umbral olfativo                                       | sin datos disponibles                    |
| d) pH  | 5,0 - 6 a 119 g/l a 25 °C                |
| e) Punto de fusión/ punto de congelación                 | Punto/intervalo de fusión: 734 °C - lit. |
| f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición | 1.435 °C                                 |
| g) Punto de inflamación                                  | sin datos disponibles                    |

h) Tasa de evaporación	sin datos disponibles
i) Inflamabilidad (sólido, gas)	sin datos disponibles
j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	sin datos disponibles
k) Presión de vapor	< 0,01 hPa a 20 °C 1 hPa a 795 °C
l) Densidad de vapor	sin datos disponibles
m) Densidad relativa	2,750 g/cm <sup>3</sup>
n) Solubilidad en agua	119 g/l a 20 °C - totalmente soluble
o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua	sin datos disponibles
p) Temperatura de auto-inflamación	sin datos disponibles
q) Temperatura de descomposición	sin datos disponibles
r) Viscosidad	sin datos disponibles
s) Propiedades explosivas	sin datos disponibles
t) Propiedades comburentes	sin datos disponibles

## 9.2 Otra información de seguridad

Sin datos disponibles

## SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad

### 10.1 Reactividad

Sin datos disponibles

### 10.2 Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

### 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Sin datos disponibles

#### 10.4 Condiciones que deben evitarse

Exposición a la humedad.

#### 10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes, Ácidos fuertes, Sales de metales pesados, Aluminio, Potasio

#### 10.6 Productos de descomposición peligrosos

Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles

En caso de incendio: véase sección 5

### **SECCIÓN 11: Información toxicológica**

#### 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 3.070 mg/kg

Observaciones: Órganos de los Sentidos (Olfato, Vista, Oído y Gusto): Olfato: Otros cambios Conducta:

Somnolencia (depresión general de la actividad) Conducta: Ataxia

Inhalación: sin datos disponibles

Corrosión o irritación cutáneas

Sin datos disponibles

Lesiones o irritación ocular graves

Sin datos disponibles

Sensibilización respiratoria o cutánea

Sin datos disponibles

Mutagenicidad en células germinales

S.typhimurium

Resultado: negativo

Mutagénicidad (ensayo de micronúcleos)

Se han observado efectos mutagénicos en experimentos de laboratorio.

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.



Toxicidad para la reproducción

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

Inhalación - Puede irritar las vías respiratorias.

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

Sin datos disponibles

Peligro de aspiración

Sin datos disponibles

Información Adicional

RTECS: TS7650000

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

Hígado - Irregularidades - Con base en la evidencia humana

## **SECCIÓN 12: Información ecológica**

### 12.1 Toxicidad

Toxicidad para los	CL50 - Pimephales promelas (Piscardo de cabeza gorda) - > 30
Peces	mg/l - 96 h

### 12.2 Persistencia y degradabilidad

Sin datos disponibles

### 12.3 Potencial de bioacumulación

Sin datos disponibles

### 12.4 Movilidad en el suelo

Sin datos disponibles

### 12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

La valoración de PBT / mPmB no está disponible ya que la evaluación de la seguridad química no es necesaria / no se ha realizado

### 12.6 Otros efectos adversos

Nocivo para los organismos acuáticos.

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación**

## 13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

## Producto

Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada. Disolver o mezclar el producto con un solvente combustible y quemarlo en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador.

## Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

**SECCIÓN 14: Información relativa al transporte**

## 14.1 Número ONU

ADR/RID: -                      IMDG: -                      IATA: -

## 14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADR/RID: Mercancía no peligrosa

IMDG: Not dangerous goods

IATA: Not dangerous goods

## 14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADR/RID: -                      IMDG: -                      IATA: -

## 14.4 Grupo embalaje

ADR/RID: -                      IMDG: -                      IATA: -

## 14.5 Peligros para el medio ambiente

ADR/RID: no                      IMDG Marine pollutant: no                      IATA: no

## 14.6 Precauciones particulares para los usuarios

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 15: Información reglamentaria**

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Sin datos disponibles

15.2 Evaluación de la seguridad química

Para este producto no se ha llevado a cabo una evaluación de la seguridad química

### **SECCIÓN 16: Otra información**

Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

Eye Irrit.	Irritación ocular
H315	Provoca irritación cutánea.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
Skin Irrit.	Irritación cutáneas
STOT SE	Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

El texto completo de las frases-R referidas en los puntos 2 y 3

Xi	Irritante
R36/37/38	Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

Otros datos

Copyright 2014 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Dirijase a [www.sigma-aldrich.com](http://www.sigma-aldrich.com) y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

## 13. Tetrahidrofurano

### SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto: Tetrahidrofurano  
Referencia: 401757  
Marca: Sigma-Aldrich  
No. Índice: 603-025-00-0  
REACH No. : 01-2119444314-46-XXXX  
No. CAS: 109-99-9

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados: Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía: Sigma-Aldrich Quimica, S.L.  
Ronda de Poniente, 3  
Aptdo. Correos 278  
E-28760 TRES CANTOS -MADRID  
Teléfono: +34 91 6619977  
Fax: +34 91 6619642  
E-mail de contacto: eurtechserv@sial.com

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia: 704100087

### SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Líquidos inflamables (Categoría 2), H225

Irritación ocular (Categoría 2), H319

Carcinogenicidad (Categoría 2), H351

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3), Sistema respiratorio, H335

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.


Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

F	Fácilmente inflamable	R11, R19
Xi	Irritante	R36/37
		R40

El texto completo de las frases R mencionadas en esta Sección, se indica en la Sección 16.

## 2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma	
Palabra de advertencia	Peligro
Indicación(es) de peligro	
H225	Líquido y vapores muy inflamables.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
H351	Se sospecha que provoca cáncer.
Declaración(es) de prudencia	
P210	Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.
P261	Evitar respirar los vapores.
P281	Utilizar el equipo de protección individual obligatorio.
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con lavado.
Información suplementaria sobre riesgos (UE)	
EUH019	Puede formar peróxidos explosivos.

## 2.3 Otros Peligros - ninguno(a)

## SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

### 3.1 Sustancias

Sinónimos:	THF
Formula:	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O
Peso molecular:	72,11 g/mol
No. CAS:	109-99-9
No. CE:	203-726-8
No. Índice:	603-025-00-0
Número de registro:	01-2119444314-46-XXXX

Ingredientes peligrosos de acuerdo con el Reglamento (CE) N° 1272/2008

Comonente	Clasificación	Concentración
<b>Tetrahydrofuran</b>		
No. CAS 109-99-9	Flam. Liq. 2; Eye Irrit. 2; Carc. 2; STOT SE 3; H225, H319, H335, H351, EUH019	<= 100 %
No. CE 203-726-8		
No. Índice 603-025-00-0		
Número de registro 01-2119444314-46-XXXX		

**Ingrediente peligroso según la Directiva 1999/45/CE**

Componente	Clasificación	Concentración
<b>Tetrahydrofuran</b>		
No. CAS 109-99-9	F, Xn, Carc.Cat.3, R11 - R19 - R40 - R36/37	<= 100 %
No. CE 203-726-8		
No. Índice 603-025-00-0		
Número de registro 01-2119444314-46-XXXX		

Para el texto completo de las frases de Riesgo y Seguridad mencionadas en esta Sección, ver la Sección 16

#### SECCIÓN 4: Primeros auxilios

##### 4.1 Descripción de los primeros auxilios

###### Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial.

Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

#### 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Sin datos disponibles

### **SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios**

#### 5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

#### 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de carbono

#### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

#### 5.4 Otros datos

El agua pulverizada puede ser utilizada para enfriar los contenedores cerrados.

### **SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental**

#### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Utilícese equipo de protección individual. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Retirar todas las fuentes de ignición. Evacuar el personal a zonas seguras. Tener cuidado con los vapores que se acumulan formando así concentraciones explosivas. Los vapores pueden acumularse en las zonas inferiores.

Equipo de protección individual, ver sección 8.

#### 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

#### 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Contener y recoger el derrame con un aspirador aislado de la electricidad o cepillándolo, y meterlo en un envase para su eliminación de acuerdo con las reglamentaciones locales (ver sección 13).

## 6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

**SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento**

## 7.1 Precauciones para una manipulación segura

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina.

Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. Tomar medidas para impedir la acumulación de descargas electrostáticas

Ver precauciones en la sección 2.2

## 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

## 7.3 Usos específicos finales

Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2 no se estipulan otros usos específicos

**SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual**

## 8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

Componente	No. CAS	Valor	Parámetros de control	Base
Tetrahydrofuran	109-99-9	VLA-ED	50 ppm 150 mg/m <sup>3</sup>	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos - Tabla 1: Límites Ambientales de exposición profesional
	Observaciones	Vía dérmica Agente químico que tiene Valor Límite Biológico específico en este documento. Agente químico que tiene establecido un valor límite indicativo por la UE.		
		VLA-EC	100 ppm 300 mg/m <sup>3</sup>	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos - Tabla 1: Límites Ambientales de exposición profesional
		Vía dérmica Agente químico que tiene Valor Límite Biológico específico en este documento. Agente químico que tiene establecido un valor límite indicativo por la UE.		
		TWA	50 ppm 150 mg/m <sup>3</sup>	Directiva 2000/39/CE de la Comisión por la que se establece una primera lista de valores límite de exposición profesional indicativos



		Identifica la posibilidad de una absorción importante a través de la piel Indicativo		
		STEL	100 ppm 300 mg/m <sup>3</sup>	Directiva 2000/39/CE de la Comisión por la que se establece una primera lista de valores límite de exposición profesional indicativos
		Identifica la posibilidad de una absorción importante a través de la piel Indicativo		

## Límites biológicos de exposición profesional

Componente	No. CAS	Parámetros	Valor	Muestras biológicas	Base
Tetrahydrofuran	109-99-9	tetrahidrofura no	2 mg/l	Orina	Spain. Valores Límite Biológicos
	Observaciones	final de la jornada laboral			

## Nivel sin efecto derivado (DNEL)

Área de aplicación	Vía de exposición	Efecto en la salud	Valor
Trabajadores	Contacto con la piel	A largo plazo - efectos sistémicos	25mg/kg peso corporal/día
Consumidores	Contacto con la piel	A largo plazo - efectos sistémicos	15mg/kg peso corporal/día
Trabajadores	Inhalación	A largo plazo - efectos locales	150 mg/m <sup>3</sup>
Trabajadores	Inhalación	A largo plazo - efectos sistémicos	150 mg/m <sup>3</sup>
Consumidores	Inhalación	A largo plazo - efectos sistémicos	62 mg/m <sup>3</sup>
Consumidores	Inhalación	Aguda - efectos locales	150 mg/m <sup>3</sup>
Consumidores	Inhalación	Aguda - efectos sistémicos	150 mg/m <sup>3</sup>

## Concentración prevista sin efecto (PNEC)

Compartimiento	Valor
Suelo	2,13 mg/kg
Agua de mar	0,432 mg/l
Agua dulce	4,32 mg/l
Sedimento marino	2,33 mg/kg
Sedimento de agua dulce	23,3 mg/kg
Planta de tratamiento de aguas residuales in situ	4,6 mg/l

## 8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

#### Protección personal

##### Protección de los ojos/ la cara

Caretas de protección y gafas de seguridad. Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

##### Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

##### Salpicaduras

Material: goma butílica

espesura mínima de capa: 0,3 mm

Tiempo de perforación: 18 min

Material probado: Butoject® (KCL 897 / Aldrich Z677647, Talla M)

origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Teléfono +49 (0)6659 87300, e-mail

sales@kcl.de, Método de prueba: EN374

Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, ponerse en contacto con el proveedor de los guantes aprobados CE. Esta recomendación es meramente aconsejable y deberá ser evaluada por un responsable de seguridad e higiene industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

##### Protección Corporal

Traje de protección completo contra productos químicos, Vestimenta protectora antiestática retardante de la flama, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

##### Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son apropiados, usar un respirador que cubra toda la cara con combinación multi-proposito (EEUU) o tipo AXBEK (EN 14387) respiradores de cartucho de respuesto para controles de ingeniería. Si el respirador es la única protección, usar un respirador suministrado que cubra toda la cara Usar respiradores y componenetes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

## Control de exposición ambiental

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

**SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas**

## 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a) Aspecto	Forma: líquido, claro Color: incoloro
b) Olor	sin datos disponibles
c) Umbral olfativo	sin datos disponibles
d) pH	sin datos disponibles
e) Punto de fusión/ punto de congelación	-108,0 °C
f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	65,0 - 67,0 °C
g) Punto de inflamación	-17,0 °C - copa cerrada
h) Tasa de evaporación	sin datos disponibles
i) Inflamabilidad (sólido, gas)	sin datos disponibles
j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	Límites superior de explosividad: 11,8 %(V)
k) Presión de vapor	152,0 hPa a 15,0 °C 190,7 hPa a 20,0 °C 213,3 hPa a 25,0 °C 373,3 hPa a 38,0 °C
l) Densidad de vapor	sin datos disponibles
m) Densidad relativa	0,89 g/cm <sup>3</sup>
n) Solubilidad en agua	soluble

o) Coeficiente de reparto log Pow: < 1

n-octanol/agua

p) Temperatura de auto- 321,0 °C

inflamación

q) Temperatura de sin datos disponibles

descomposición

r) Viscosidad 0,512 mm<sup>2</sup>/s a 25 °C - 0,403 mm<sup>2</sup>/s a 50 °C -

s) Propiedades explosivas sin datos disponibles

t) Propiedades sin datos disponibles

comburentes

9.2 Otra información de seguridad

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad**

10.1 Reactividad

Sin datos disponibles

10.2 Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Sin datos disponibles

10.4 Condiciones que deben evitarse

Calor, llamas y chispas. Temperaturas extremas y luz directa del sol.

10.5 Materiales incompatibles

Oxidantes, Oxígeno

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles

En caso de incendio: véase sección 5

## **SECCIÓN 11: Información toxicológica**

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 2.050 - 2.850 mg/kg

CL50 Inhalación - rata - 4 h - 54 mg/l

DL50 Cutáneo - rata - > 2.000 mg/kg

Corrosión o irritación cutáneas

Piel - conejo

Resultado: Ligera irritación de la piel

(Prueba de Draize)

Lesiones o irritación ocular graves

Ojos - conejo

Resultado: Riesgo de lesiones oculares graves.

(Prueba de Draize)

Sensibilización respiratoria o cutánea

- conejillo de indias

No produce sensibilización en animales de laboratorio.

Mutagenicidad en células germinales

Las pruebas in vivo no demostraron efectos mutágenos

Prueba de Ames

S.typhimurium

Resultado: negativo.

Carcinogenicidad

Supuestos agentes carcinógenos humanos

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

Ninguna toxicidad para la reproducción

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

Puede provocar somnolencia o vértigo. - Sistema nervioso

Puede irritar las vías respiratorias.

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

La sustancia o mezcla no se clasifica como tóxica específica de órganos diana, exposición repetida.

Peligro de aspiración

Ninguna clasificación de toxicidad por aspiración

Información Adicional

RTECS: LU5950000

Depresión del sistema nervioso central, Tos, dolor de pecho, Dificultad respiratoria, La exposición a concentraciones elevadas en el aire puede causar efectos anestésicos., Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

## SECCIÓN 12: Información ecológica

### 12.1 Toxicidad

Toxicidad para los CL50 - Pimephales promelas (Piscardo de cabeza gorda) 2.160

Peces mg/l - 96 h

Toxicidad para las CE50 - Daphnia magna (Pulga de mar grande) - 382

dafnias y otros mg/l - 24 h

invertebrados acuáticos

Toxicidad para las algas Inhibición del crecimiento CI50 - Algae - 3.700 mg/l - 192 h

### 12.2 Persistencia y degradabilidad

Biodegradabilidad

(OECD TG 301)

Observaciones: De acuerdo con los resultados de los ensayos de biodegradabilidad, este producto no es fácilmente biodegradable.

### 12.3 Potencial de bioacumulación

No se espera bioacumulación ( $\log Pow \leq 4$ ).

### 12.4 Movilidad en el suelo

Sin datos disponibles

### 12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

La valoración de PBT / mPmB no está disponible ya que la evaluación de la seguridad química no es necesaria / no se ha realizado

### 12.6 Otros efectos adversos

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación**

## 13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

## Producto

Quemar en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador, procediendo con gran cuidado en la ignición ya que este producto es extremadamente inflamable. Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada.

## Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

**SECCIÓN 14: Información relativa al transporte**

## 14.1 Número ONU

ADR/RID: 2056

IMDG: 2056

IATA: 2056

## 14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADR/RID: TETRAHIDROFURANO

IMDG: TETRAHYDROFURAN

IATA: Tetrahydrofuran

## 14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADR/RID: 3

IMDG: 3

IATA: 3

## 14.4 Grupo embalaje

ADR/RID: II

IMDG: II

IATA: II

## 14.5 Peligros para el medio ambiente

ADR/RID: no

IMDG Marine pollutant: no

IATA: no

## 14.6 Precauciones particulares para los usuarios

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 15: Información reglamentaria**

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

## 15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Sin datos disponibles

## 15.2 Evaluación de la seguridad química

Se ha realizado una Valoración de la Seguridad Química para esta sustancia.

#### **SECCIÓN 16: Otra información**

Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

Carc.	Carcinogenicidad
EUH019	Puede formar peróxidos explosivos.
Eye Irrit.	Irritación ocular
Flam. Liq.	Líquidos inflamables
H225	Líquido y vapores muy inflamables.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
H351	Se sospecha que provoca cáncer.
STOT SE	Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

El texto completo de las frases-R referidas en los puntos 2 y 3

F	Fácilmente inflamable
Xn	Nocivo
R11	Fácilmente inflamable.
R19	Puede formar peróxidos explosivos.
R36/37	Irrita los ojos y las vías respiratorias.
R40	Posibles efectos cancerígenos.

Otros datos

Copyright 2013 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Dirijase a [www.sigma-aldrich.com](http://www.sigma-aldrich.com) y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

#### **Anexo: Escenarios de exposición**



**Usos identificados:**

Uso: Se utiliza como químico intermedio

<b>SU 3:</b> Usos industriales: uso de sustancias como tales o en preparados en los polígonos industriales
<b>SU 3, SU9:</b> Usos industriales: uso de sustancias como tales o en preparados en los polígonos industriales, Fabricación de productos químicos finos
<b>PC19:</b> Sustancias intermedias
<b>PROC1:</b> Uso en procesos cerrados, exposición improbable
<b>PROC2:</b> Utilización en procesos cerrados y continuos con exposición ocasional controlada
<b>PROC3:</b> Uso en procesos por lotes cerrados (síntesis o formulación)
<b>PROC4:</b> Utilización en procesos por lotes y de otro tipo (síntesis) en los que se puede producir la exposición
<b>PROC8b:</b> Transferencia de sustancias o preparados (carga/ descarga) de o hacia buques o grandes contenedores en instalaciones especializadas
<b>PROC15:</b> Uso como reactivo de laboratorio
<b>ERC1:</b> Fabricación de sustancias

Uso: Formulación de preparados

<b>SU 3:</b> Usos industriales: uso de sustancias como tales o en preparados en los polígonos industriales
<b>SU 10:</b> Formulación [mezcla] de preparados y/ o reenvasado (sin incluir aleaciones)
<b>PROC2:</b> Utilización en procesos cerrados y continuos con exposición ocasional controlada
<b>PROC3:</b> Uso en procesos por lotes cerrados (síntesis o formulación)
<b>PROC4:</b> Utilización en procesos por lotes y de otro tipo (síntesis) en los que se puede producir la exposición
<b>PROC5:</b> Mezclado en procesos por lotes para la formulación de preparados y artículos (fases múltiples y/ o contacto significativo)
<b>PROC8b:</b> Transferencia de sustancias o preparados (carga/ descarga) de o hacia buques o grandes contenedores en instalaciones especializadas
<b>PROC9:</b> Transferencia de sustancias o preparados en pequeños contenedores (líneas de llenado especializadas, incluido el pesaje)
<b>PROC14:</b> Producción de preparados o artículos por tableado, compresión, extrusión, peletización
<b>PROC15:</b> Uso como reactivo de laboratorio
<b>ERC2:</b> Formulación de preparados

Uso: Uso industrial de auxiliares tecnológicos en procesos y productos, que no forman parte de artículos

<b>SU 3:</b> Usos industriales: uso de sustancias como tales o en preparados en los polígonos industriales
<b>SU 3, SU9:</b> Usos industriales: uso de sustancias como tales o en preparados en los polígonos industriales, Fabricación de productos químicos finos
<b>PC20:</b> Productos como reguladores del ph, agentes floculantes, precipitantes y neutralizantes
<b>PC21:</b> Productos químicos de laboratorio
<b>PROC1:</b> Uso en procesos cerrados, exposición improbable
<b>PROC2:</b> Utilización en procesos cerrados y continuos con exposición ocasional controlada
<b>PROC3:</b> Uso en procesos por lotes cerrados (síntesis o formulación)
<b>PROC4:</b> Utilización en procesos por lotes y de otro tipo (síntesis) en los que se puede producir la exposición
<b>PROC8b:</b> Transferencia de sustancias o preparados (carga/ descarga) de o hacia buques o grandes contenedores en instalaciones especializadas
<b>PROC9:</b> Transferencia de sustancias o preparados en pequeños contenedores (líneas de llenado especializadas, incluido el pesaje)
<b>PROC10:</b> Aplicación mediante rodillo o brocha
<b>PROC15:</b> Uso como reactivo de laboratorio
<b>ERC4, ERC6b:</b> Uso industrial de auxiliares tecnológicos en procesos y productos, que no forman parte de artículos, Uso industrial de auxiliares tecnológicos reactivos

Uso: Se usa como un reactivo de laboratorio

<b>SU 22:</b> Usos profesionales: Ámbito público (administración, educación, espectáculos, servicios, artesanía)
<b>SU 3, SU 22, SU24:</b> Usos industriales: uso de sustancias como tales o en preparados en los polígonos industriales, Usos profesionales: Ámbito público (administración, educación, espectáculos, servicios, artesanía), Investigación y desarrollo científicos
<b>PC21:</b> Productos químicos de laboratorio
<b>PROC15:</b> Uso como reactivo de laboratorio
<b>ERC2, ERC6a, ERC6b:</b> Formulación de preparados, Uso industrial que da lugar a la fabricación de otra sustancia (uso de sustancias intermedias), Uso industrial de auxiliares tecnológicos reactivos

1. Título breve del escenario de exposición: Se utiliza como químico intermedio

Grupos de usuarios principales : SU 3

Sectores de uso final : SU 3, SU9

Categoría de productos químicos : PC19

Categorías de proceso : PROC1, PROC2, PROC3, PROC4, PROC8b, PROC15

Categorías de emisión al medio : ERC1:  
ambiente

2. Escenarios de exposición

2.1 Escenario de contribución que controla la exposición ambiental para: ERC1

Características del producto

Concentración de la sustancia en la Mezcla/Artículo : Cubre un porcentaje de 100% de sustancia en el producto (a menos que se indique lo contrario).

2.2 Escenario de contribución que controla la exposición de los trabajadores para: PROC1, PROC2, PROC3, PROC4, PROC8b, PROC15, PC19

Características del producto

Concentración de la sustancia en la Mezcla/Artículo : Cubre un porcentaje de 100% de sustancia en el producto (a menos que se indique lo contrario).

Forma física (en el momento del uso) : Líquido altamente volátil

Frecuencia y duración del uso

Duración de la aplicación : > 4 h

Frecuencia de uso : 220 días / año

Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores

Al exterior / Al Interior : Al Interior

## Medidas y condiciones técnicas

Utilizar solamente en áreas provistas de ventilación y extracción apropiadas., Se requiere una buena práctica de trabajo.

Medidas organizativas para prevenir/limitar emisiones, dispersión y exposición

Asegúrese de que los operarios estén capacitados para minimizar las exposiciones.

Condiciones y medidas relacionadas con la protección personal, la higiene y la evaluación de la salud

Utilice guantes adecuados aprobados por EN374., Equipo de protección individual, ver sección 8.

## 3. Estimación de la exposición y referencia a su fuente

## Ambiente

Se realizó una valoración de la seguridad química según Artículo 14(3) y Anexo I, Párrafo 3 (valoración del peligro para el medio ambiente) y 4 (valoración PBT y MPMB) de REACH. Como no se identificaron peligros no son necesarias una estimación de la exposición ni una caracterización del riesgo (REACH, Anexo I, Párrafo 5.0).

## Trabajadores

Escenario contributivo	Método de Evaluación de la exposición	Condiciones específicas	Valor	Nivel de exposición	RCR*
PROC1	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,34 mg/kg peso corporal/día	0,014
PROC1	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	0 mg/m <sup>3</sup>	0
PROC2	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	15,023 mg/m <sup>3</sup>	0,1
PROC2	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,14 mg/kg peso corporal/día	0,006
PROC3	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	30,046 mg/m <sup>3</sup>	0,2
PROC3	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,034 mg/kg peso corporal/día	0,001
PROC4	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,686 mg/kg peso corporal/día	0,027
PROC4	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	30,046 mg/m <sup>3</sup>	0,2
PROC8b	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,69 mg/kg peso corporal/día	0,028

PROC8b	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	13,521 mg/m <sup>3</sup>	0,09
PROC15	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,03 mg/kg peso corporal/día	0,001
PROC15	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	30,046 mg/m <sup>3</sup>	0,2

\*Cociente de caracterización del riesgo

#### 4. Orientación al Usuario Intermedio para evaluar si trabaja dentro de los límites fijados por el Escenario de Exposición

Consulte los documentos siguientes: Please refer to the following documents: ECHA Guidance on information requirements and chemical safety assessment Part D: Exposure Scenario Building, Part E:

Risk Characterisation and Part G: Extending the SDS; VCI/Cefic REACH Practical Guides on Exposure Assessment and Communications in the Supply Chain; CEFIC Guidance Specific Environmental Release Categories (SPERCs).

##### 1. Título breve del escenario de exposición: Formulación de preparados

Grupos de usuarios principales : SU 3

Sectores de uso final : SU 10

Categorías de proceso : PROC2, PROC3, PROC4, PROC5, PROC8b, PROC9, PROC14, PROC15

Categorías de emisión al medio : ERC2:  
ambiente

##### 2. Escenarios de exposición

###### 2.1 Escenario de contribución que controla la exposición ambiental para: ERC2

Características del producto : Cubre un porcentaje de 100% de sustancia  
Concentración de la sustancia en la Mezcla/Artículo en el producto (a menos que se indique lo contrario).

###### 2.2 Escenario de contribución que controla la exposición de los trabajadores para: PROC2, PROC3, PROC4, PROC5, PROC8b, PROC9, PROC14, PROC15

Características del producto : Cubre un porcentaje de 100% de sustancia  
Concentración de la sustancia en la Mezcla/Artículo en el producto (a menos que se indique lo contrario).  
Forma física (en el momento del uso) : Líquido altamente volátil

Frecuencia y duración del uso

Duración de la aplicación : > 4 h

Frecuencia de uso : 220 días / año

Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores

Al exterior / Al Interior : Al Interior

Medidas y condiciones técnicas

Utilizar solamente en áreas provistas de ventilación y extracción apropiadas., Se requiere una buena práctica de trabajo.

Medidas organizativas para prevenir/limitar emisiones, dispersión y exposición

Asegúrese de que los operarios estén capacitados para minimizar las exposiciones.

Condiciones y medidas relacionadas con la protección personal, la higiene y la evaluación de la salud

Utilice guantes adecuados aprobados por EN374., Equipo de protección individual, ver sección 8.

### 3. Estimación de la exposición y referencia a su fuente

Ambiente

Se realizó una valoración de la seguridad química según Artículo 14(3) y Anexo I, Párrafo 3 (valoración del peligro para el medio ambiente) y 4 (valoración PBT y MPMB) de REACH. Como no se identificaron peligros no son necesarias una estimación de la exposición ni una caracterización del riesgo (REACH, Anexo I, Párrafo 5.0).

Trabajadores

Escenario contributivo	Método de Evaluación de la exposición	Condiciones específicas	Valor	Nivel de exposición	RCR*
PROC2	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,14 mg/kg peso corporal/día	0,006
PROC2	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	15,023 mg/m <sup>3</sup>	0,1
PROC3	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,034 mg/kg peso corporal/día	0,001
PROC3	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	30,046 mg/m <sup>3</sup>	0,2
PROC4	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,686 mg/kg peso corporal/día	0,027
PROC4	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	30,046 mg/m <sup>3</sup>	0,2
PROC5	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	75,115 mg/m <sup>3</sup>	0,501

PROC5	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,069 mg/kg peso corporal/día	0,003
PROC8b	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	13,521 mg/m <sup>3</sup>	0,09
PROC8b	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,69 mg/kg peso corporal/día	0,028
PROC9	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,69 mg/kg peso corporal/día	0,028
PROC9	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	60,092 mg/m <sup>3</sup>	0,401
PROC14	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,34 mg/kg peso corporal/día	0,014
PROC14	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	75,115 mg/m <sup>3</sup>	0,501
PROC15	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	30,046 mg/m <sup>3</sup>	0,2
PROC15	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,03 mg/kg peso corporal/día	0,001

\*Cociente de caracterización del riesgo

#### 4. Orientación al Usuario Intermedio para evaluar si trabaja dentro de los límites fijados por el Escenario de Exposición

Consulte los documentos siguientes: Please refer to the following documents: ECHA Guidance on information requirements and chemical safety assessment Part D: Exposure Scenario Building, Part E:

Risk Characterisation and Part G: Extending the SDS; VCI/Cefic REACH Practical Guides on Exposure Assessment and Communications in the Supply Chain; CEFIC Guidance Specific Environmental Release Categories (SPERCs).

#### 1. Título breve del escenario de exposición: Uso industrial de auxiliares tecnológicos en procesos y productos, que no forman parte de artículos

Grupos de usuarios principales : SU 3

Sectores de uso final : SU 3, SU9

Categoría de productos químicos : PC20, PC21

Categorías de proceso : PROC1, PROC2, PROC3, PROC4, PROC8b, PROC9, PROC10, PROC15

Categorías de emisión al medio : ERC4, ERC6b:

ambiente

## 2. Escenarios de exposición

### 2.1 Escenario de contribución que controla la exposición ambiental para: ERC4, ERC6b

Características del producto : Cubre un porcentaje de 100% de sustancia  
 Concentración de la sustancia en la Mezcla/Artículo en el producto (a menos que se indique lo contrario).

### 2.2 Escenario de contribución que controla la exposición de los trabajadores para: PROC1, PROC2, PROC3, PROC4, PROC8b, PROC9, PROC10, PROC15, PC20, PC21

Características del producto : Cubre un porcentaje de 100% de sustancia  
 Concentración de la sustancia en la Mezcla/Artículo en el producto (a menos que se indique lo contrario).

Forma física (en el momento del uso) : Líquido altamente volátil

Frecuencia y duración del uso

Duración de la aplicación : > 4 h

Frecuencia de uso : 220 días / año

Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores

Al exterior / Al Interior : Al Interior

Medidas y condiciones técnicas

Utilizar solamente en áreas provistas de ventilación y extracción apropiadas., Se requiere una buena práctica de trabajo.

Medidas organizativas para prevenir/limitar emisiones, dispersión y exposición

Asegúrese de que los operarios estén capacitados para minimizar las exposiciones.

Condiciones y medidas relacionadas con la protección personal, la higiene y la evaluación de la salud

Utilice guantes adecuados aprobados por EN374., Equipo de protección individual, ver sección 8.

## 3. Estimación de la exposición y referencia a su fuente

Ambiente

Se realizó una valoración de la seguridad química según Artículo 14(3) y Anexo I, Párrafo 3 (valoración del peligro para el medio ambiente) y 4 (valoración PBT y MPMB) de REACH. Como no se identificaron peligros no son necesarias una estimación de la exposición ni una caracterización del riesgo (REACH, Anexo I, Párrafo 5.0).

## Trabajadores

Escenario contributivo	Método de Evaluación de la exposición	Condiciones específicas	Valor	Nivel de exposición	RCR*
PROC1	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,34 mg/kg peso corporal/día	0,014
PROC1	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	0 mg/m3	0
PROC2	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	15,023 mg/m3	0,1
PROC2	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,14 mg/kg peso corporal/día	0,006
PROC3	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	30,046 mg/m3	0,2
PROC3	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,034 mg/kg peso corporal/día	0,001
PROC4	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,686 mg/kg peso corporal/día	0,027
PROC4	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	30,046 mg/m3	0,2
PROC8b	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	13,521 mg/m3	0,09
PROC8b	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,69 mg/kg peso corporal/día	0,028
PROC9	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,69 mg/kg peso corporal/día	0,028
PROC9	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	60,092 mg/m3	0,401
PROC10	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	1,371 mg/kg peso corporal/día	0,055
PROC10	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	75,115 mg/m3	0,501
PROC15	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	30,046 mg/m3	0,2
PROC15	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,03 mg/kg peso corporal/día	0,001

\*Cociente de caracterización del riesgo

4. Orientación al Usuario Intermedio para evaluar si trabaja dentro de los límites fijados por el Escenario de Exposición



Consulte los documentos siguientes: Please refer to the following documents: ECHA Guidance on information requirements and chemical safety assessment Part D: Exposure Scenario Building, Part E:

Risk Characterisation and Part G: Extending the SDS; VCI/Cefic REACH Practical Guides on Exposure Assessment and Communications in the Supply Chain; CEFIC Guidance Specific Environmental Release Categories (SPERCs).

1. Título breve del escenario de exposición: Se usa como un reactivo de laboratorio

Grupos de usuarios principales : SU 22  
 Sectores de uso final : SU 3, SU 22, SU24  
 Categoría de productos químicos : PC21  
 Categorías de proceso : PROC15  
 Categorías de emisión al medio : ERC2, ERC6a, ERC6b:  
 ambiente

2. Escenarios de exposición

2.1 Escenario de contribución que controla la exposición ambiental para: ERC2, ERC6a, ERC6b

Características del producto : Cubre un porcentaje de 100% de sustancia  
 Concentración de la sustancia en la Mezcla/Artículo en el producto (a menos que se indique lo contrario).

2.2 Escenario de contribución que controla la exposición de los trabajadores para: PROC15, PC21

Características del producto : Cubre un porcentaje de 100% de sustancia  
 Concentración de la sustancia en la Mezcla/Artículo en el producto (a menos que se indique lo contrario).

Forma física (en el momento del uso) : Líquido altamente volátil

Frecuencia y duración del uso

Duración de la aplicación : > 4 h

Frecuencia de uso : 220 días / año

Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores

Al exterior / Al Interior : Al Interior

Medidas y condiciones técnicas

Utilizar solamente en áreas provistas de ventilación y extracción apropiadas., Se requiere una buena práctica de trabajo.

Medidas organizativas para prevenir/limitar emisiones, dispersión y exposición

Asegúrese de que los operarios estén capacitados para minimizar las exposiciones.

Condiciones y medidas relacionadas con la protección personal, la higiene y la evaluación de la salud

Utilice guantes adecuados aprobados por EN374., Equipo de protección individual, ver sección 8.

### 3. Estimación de la exposición y referencia a su fuente

Ambiente

Se realizó una valoración de la seguridad química según Artículo 14(3) y Anexo I, Párrafo 3 (valoración del peligro para el medio ambiente) y 4 (valoración PBT y MPMB) de REACH. Como no se identificaron peligros no son necesarias una estimación de la exposición ni una caracterización del riesgo (REACH, Anexo I, Párrafo 5.0).

Trabajadores

Escenario contributivo	Método de Evaluación de la exposición	Condiciones específicas	Valor	Nivel de exposición	RCR*
PROC15	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Cutáneo	0,03 mg/kg peso corporal/día	0,001
PROC15	ECETOC TRA	Con Ventilación por Extracción Local	Inhalación	30,046 mg/m <sup>3</sup>	0,2

\*Cociente de caracterización del riesgo

### 4. Orientación al Usuario Intermedio para evaluar si trabaja dentro de los límites fijados por el Escenario de Exposición

Consulte los documentos siguientes: Please refer to the following documents: ECHA Guidance on information requirements and chemical safety assessment Part D: Exposure Scenario Building, Part E:

Risk Characterisation and Part G: Extending the SDS; VCI/Cefic REACH Practical Guides on Exposure Assessment and Communications in the Supply Chain; CEFIC Guidance Specific Environmental Release Categories (SPERCs).





### III. PRESUPUESTO



## 1. FINANCIACIÓN

La financiación del Trabajo corre a cargo del Laboratorio de Biomateriales e Ingeniería Tisular de la Universitat Politècnica de València.

## 2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO

A continuación se describe el Presupuesto necesario para realizar el presente proyecto, cuyo objetivo es indicar tanto el coste de los distintos materiales y equipos de los que se hace uso en el Proyecto para llevarlo a cabo (recursos consumidos), como el coste de los trabajos realizados para la correcta ejecución del mismo (esfuerzo realizado). De esta manera, permite obtener una idea de su magnitud a la hora de poder prever proyectos de características similares.

Teniendo en cuenta la naturaleza investigadora del proyecto, se ha decidido dividir el proyecto en tres partidas diferentes:

- Material inventariable (amortización de los equipos utilizados)
- Material fungible
- Mano de obra (honorarios del personal)

En la medida de lo posible, se ha dividido a su vez en las distintas actividades desarrolladas durante el Proyecto para facilitar la comprensión del mismo. En el presupuesto se incluye el coste del Equipo de Protección Individual (EPI), que debe emplearse durante la permanencia en el laboratorio como medida de seguridad e higiene en el trabajo.

Los precios aplicados a los grupos de coste se corresponden con las tarifas legales vigentes, y aparecen sin el Impuesto sobre el Valor Añadido (I.V.A.), que se aplica al final del presupuesto. La unidad monetaria empleada en el cálculo del presupuesto ha sido el euro (€). El cálculo del presupuesto se ha realizado mediante el módulo “Arquímedes Versión estudiantes v2014.k” de la suite “Cype Ingenieros”.





# Presupuesto.

- Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.
- Cuadro de Precios Auxiliares y Descompuestos.
- Cuadro de Precios nº1. En Letra.
- Cuadro de Precios nº2. MO, MT, MQ, RESTOS DE OBRA, COSTES INDIRECTOS.
- Presupuesto con Medición Detallada. Por capítulos.
- Resumen de Presupuesto. PEM, PEC, PCA.

Cuadro de mano de obra				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Encargado del planteamiento, gestión, seguimiento y evaluación del TFG a cargo del alumno para la correcta ejecución del mismo.	20,00	40,00000 h	800,00
2	Alumno encargado de la ejecución del presente TFG.	0,01	300,00000 h	3,00
			Importe total:	803,00
	Valencia, 07 de Julio de 2014 TFG de Ingeniería Mecánica			
	Karim Harbi Shehadeh Alandete			

Cuadro de materiales				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Máscara de protección antigás tipo V, de protección para las vías respiratoria con filtros de 0.2 micras de paso y válvula de escape microperforada.	35,00	1,00000 ud	35,00
2	Gafas de seguridad de plástico, ajustable con correa, que asegura el recubrimiento total de la zona ocular.	20,00	1,00000 ud	20,00
3	Bata de seguridad blanca, para asegurar la protección al investigador en caso de entrar en contacto con cualquier especie química.	15,00	1,00000 ud	15,00
4	Caja de 100 unidades de guantes de Látex talla L para asegurar la protección de las manos del investigador.	22,00	0,75000 ud	16,50
5	Caja de 100 unidades de guantes de Nitrilo talla L para asegurar la protección de las manos del investigador.	22,00	3,00000 ud	66,00
6	Máscara de protección antipartículas con válvula.	22,00	1,00000 ud	22,00
7	Benzoina, suministrada por la casa comercial Scharlab.	22,76	0,00276 g	0,06
8	Vaso de precipitados de vidrio de 30 ml de capacidad con graduación métrica, borde redondeado y boca en forma de pico.	4,25	2,00000 ud	8,50
9	Viales de vidrio de 15 ml de capacidad y tapón de plástico.	0,34	25,00000 ud	8,50
10	Pie de rey electrónico, con sensor automático indicador de espesores en mm.	15,00	1,00000 ud	15,00
11	Micrómetro electrónico, con sensor que indice el espesor del material medido.	25,00	1,00000 ud	25,00
12	Vaso de precipitados de vidrio de 250 ml de capacidad con graduación métrica, borde redondeado y boca en forma de pico.	1,12	2,00000 ud	2,24
13	Placa Petri de vidrio.	16,00	1,00000 ud	16,00
14	Vaso de precipitados de vidrio de 1000 ml de capacidad con graduación métrica, borde redondeado y boca en forma de pico.	2,71	2,00000 ud	5,42
15	Vaso de precipitados de vidrio de 650 ml de capacidad con graduación métrica, borde redondeado y boca en forma de pico.	1,21	2,00000 ud	2,42
16	Tarro de vidrio.	0,86	10,00000 ud	8,60
17	Pinzas manuales metálicas, empleadas para el agarre y sujeción de materiales delicados o de accesibilidad difícil.	1,70	1,00000 ud	1,70
18	Imán agitador.	2,50	3,00000 ud	7,50
19	Pipeta de vidrio Pasteur.	0,06	25,00000 ud	1,50
20	Tetina de goma.	0,25	1,00000 ud	0,25
21	Guantes térmicos.	20,00	1,00000 ud	20,00
22	Cronómetro electrónico.	35,40	1,00000 ud	35,40
23	Embudo Büchner.	94,49	1,00000 ud	94,49
24	Tarro de vidrio con tapa roscada.	6,00	1,00000 ud	6,00
25	Jeringuilla graduada de vidrio de 25 ml.	36,83	1,00000 ud	36,83
26	Jeringuilla graduada de vidrio de 50 ml.	36,83	1,00000 ud	36,83
27	Espátula de plástico, para favorecer el desplazamiento de materiales pequeños.	2,10	1,00000 ud	2,10
28	Matraz redondo de 3 bocas.	28,96	1,00000 ud	28,96
29	Papel de filtro.	0,07	200,00000 ud	14,00
30	Cuchilla.	2,80	15,00000 ud	42,00
31	Cuchara con espátula. Herramienta que combina una cuchara y una espátula en cada extremo hecho de acero para favorecer el desplazamiento de materiales.	4,21	1,00000 ud	4,21
32	Placas Petri de PE de diámetro 8,5 cm.	0,45	10,00000 ud	4,50
33	Tijeras, para cortar papel y otros tipos de envolturas para los materiales.	2,19	1,00000 ud	2,19

Cuadro de materiales				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
34	Micropipeta volumétrica monocanal de volumen variable en el rango 200 - 1000 microlitros con error máximo de 6 microlitros con botón de dispensación roscado para ajuste. Canal de acople para puntas de 1000 microlitros de capacidad.	230,00	1,00000 ud	230,00
35	Caja de puntas para micropipeta de 1000 microlitros. Caja que incluye el soporte de puntas de polipropileno con tapa de policarbonato l con 96 orificios para pipetas. Esterilizable y sellable. El precio Incluye además las recargas de 96 puntas de micropipeta de 1000 microlitros de capacidad cada una.	60,90	1,00000 ud	60,90
36	Hydroxy ethyl acrylate, suministrado por la casa comercial Sigma Aldrich.	136,36	0,01265 l	1,72
37	Lactida, suministrada por la casa comercial Sigma Aldrich.	131,40	0,42900 g	56,37
38	Etol absoluto para síntesis, preparado en bidones de acero de 25 l y suministrados por la casa comercial Scharlab.	6,00	5,00000 l	30,00
39	Dioxane, suministrado por la casa comercial Scharlab.	111,27	0,03808 l	4,24
40	Acetato de etilo (Anhidro), suministrado por la casa comercial Sigma Aldrich.	44,21	1,00000 ml	44,21
41	Acetona para síntesis, preparado en bidones de acero de 25 l y suministrados por la casa comercial Scharlab.	8,00	6,00000 l	48,00
42	Etilenglicol, suministrado por la casa comercial Scharlab.	28,66	0,00083 l	0,02
43	THF (Tetra Hidruro Furano), suministrado por la casa comercial ISULAB-PANREAC.	35,74	0,00160 l	0,06
44	Methacrylic anhydride, suministrado por la casa comercial Sigma Aldrich.	31,57	0,10000 ml	3,16
45	2etilhexanoato de estaño, suministrado por la casa comercial Sigma Aldrich.	24,38	0,00861 g	0,21
46	Bromuro Potásico, suministrado por la casa comercial Sigma Aldrich.	50,41	0,01710 g	0,86
47	Botella de agua destilada, de tantos l de capacidad.	2,32	30,00000 l	69,60
			Importe total:	1.154,05
	Valencia, 07 de Julio de 2014 TFG de Ingeniería Mecánica			
	Karim Harbi Shehadeh Alandete			

Cuadro de maquinaria				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Balanza analítica de alta precisión, modelo AX205, suministrada por METTLER-TOLEDO, incluye los complementos para pesar en inmersión y otros accesorios para determinaciones de densidad.	5.900,00	0,03125 a	184,38
2	Termostatos de inmersión, modelo DIGITERM 200, suministrado por J.P.SELECTA.	320,00	0,00010 a	0,03
3	Cromatógrafo de permeabilidad en gel (GPC), compuesto por los modelos 1525, 2707, 2489, 2414, suministrado por WATERS.	60.000,00	0,00010 a	6,00
4	Dilatómetro, modelo TMA/SS6000, suministrado por SEIKO, con el kit de accesorios para ensayos de compresión, entre los que se encuentra el juego de vástagos y los termopares necesarios para poder realizar ensayos a temperatura.	50.000,00	0,00010 a	5,00
5	Agitador magnético, modelo AGIMATIC-REV-W, suministrado por J.P.SELECTA, con regulación electrónica de la velocidad entre 100 y 1100 r.p.m., selección sentido de movimiento, regulación electrónica del período de rotación e indicador digital de velocidad.	260,00	0,03000 a	7,80
6	Bomba de vacío de impulso por paletas, modelo RZ 2, suministrado por VACUUBRAND.	3.100,00	0,01875 a	58,13
7	Nevera.	650,00	0,01250 a	8,13
8	Liofilizadora, modelo Lyoquest, suministrado por TELSTAR, con capacidad de carga de 6 kg, alcance de temperatura mínimo a los 85°C y dimensiones de 425 x 480 x 575 mm.	14.370,00	0,00010 a	1,44
9	Desecador termostático al vacío, modelo VACUO-TEMP, suministrado por J.P.SELECTA, con limitador térmico de temperatura, control electrónico digital de la temperatura y tiempo y temperaturas regulables desde ambiente +5°C hasta 170°C.	1.100,00	0,01875 a	20,63
10	Espectrofotómetro de transformada de Fourier, modelo Thermo Nicolet Nexus FT-IR, suministrado por THERMO ELECTRON CORPORATION.	80.000,00	0,00010 a	8,00
11	Ordenador clónico.	800,00	0,00010 a	0,08
12	Microscopio electrónico de barrido (SEM), modelo JSM 5410A, suministrado por JEOL. Equipo para toma de imágenes sobre las muestras procesadas.	10,74	6,00000 h	64,44
			Importe total:	364,06
	Valencia, 07 de Julio de 2014 TFG de Ingeniería Mecánica			
	Karim Harbi Shehadeh Alandete			

<b>Cuadro de precios auxiliares</b>
-------------------------------------

Valencia, 07 de Julio de 2014  
TFG de Ingeniería Mecánica

Karim Harbi Shehadeh Alandete

## Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
<b>1 Material Inventariable</b>					
1.1	MI.001	a	<b>Relación de equipos utilizados en general para los distintos procesos.</b>		
			La amortización del coste total del equipo empleado, responde a la ecuación: $A = 1.5 \cdot P \cdot t \cdot a / T$		
			* P: Coste del equipo.		
			* T: Vida útil del equipo en años.		
			* t: período de trabajo en años.		
			* a: Porcentaje de utilización en tanto por uno.		
			Se considera una vida útil de los equipos de 10 años.		
			Se calculan como cantidades: $1.5 \cdot a \cdot t / T$ , de modo que el importe reflejado corresponda a la amortización del coste total del equipo empleado.		
	M.1	0,03125 a	Balanza analítica de alta precisión	5.900,00	184,38
	M.3	0,03000 a	Agitador magnético	260,00	7,80
	M.4	0,01875 a	Bomba de vacío	3.100,00	58,13
	M.7	0,01875 a	Desecador termostático al vacío	1.100,00	20,63
	M.5	0,01250 a	Nevera	650,00	8,13
		3,00000 %	Costes indirectos	279,07	8,37
			<b>Precio total por a</b>		<b>287,44</b>
			Son doscientos ochenta y siete Euros con cuarenta y cuatro céntimos		
1.2	MI.002	a	<b>Relación de equipos utilizados en la caracterización y obtención de las muestras.</b>		
			La amortización del coste total del equipo empleado, responde a la ecuación: $A = 1.5 \cdot P \cdot t \cdot a / T$		
			* P: Coste del equipo.		
			* T: Vida útil del equipo en años.		
			* t: período de trabajo en años.		
			* a: Porcentaje de utilización en tanto por uno.		
			Se considera una vida útil de los equipos de 10 años.		
			Se calculan como cantidades: $1.5 \cdot a \cdot t / T$ , de modo que el importe reflejado corresponda a la amortización del coste total del equipo empleado.		
	M.2	0,00010 a	Dilatómetro (TMA)	50.000,00	5,00
	M.6	0,00010 a	Liofilizadora	14.370,00	1,44
	M.8	0,00010 a	Espectrofotómetro de transformada de ...	80.000,00	8,00
	M.9	0,00010 a	Ordenador clónico.	800,00	0,08
	M.10	0,00010 a	Termostatos de inmersión	320,00	0,03
	M.11	0,00010 a	Cromatógrafo de permeabilidad en gel (...)	60.000,00	6,00
		3,00000 %	Costes indirectos	20,55	0,62
			<b>Precio total por a</b>		<b>21,17</b>
			Son veintiun Euros con diecisiete céntimos		
1.3	MI.003	h	<b>Costes Externos al Centro, con coste relativo a la hora de uso.</b>		
	SEM	6,00000 h	Microscopio electrónico de barrido (SE...	10,74	64,44
		3,00000 %	Costes indirectos	64,44	1,93
			<b>Precio total por h</b>		<b>66,37</b>
			Son sesenta y seis Euros con treinta y siete céntimos		

## Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
<b>2 Material Fungible</b>					
2.1	MF.001	I	<b>Reactivos</b>		
	N-0032	0,42900 g	Lactida	131,40	56,37
	NH-005	0,00083 l	Etilenglicol	28,66	0,02
	RS-008	0,00861 g	2etilhexanoato de estaño	24,38	0,21
	NH-0028B	1,00000 ml	Acetato de etilo (Anhidro)	44,21	44,21
	R-003	0,10000 ml	Methacrylic anhydride	31,57	3,16
	N-0018	0,01265 l	HEA (Hydroxy ethyl acrylate)	136,36	1,72
	NH-0015	0,03808 l	Dioxane	111,27	4,24
	I-002	0,00276 g	Benzoina	22,76	0,06
	S-008	0,01710 g	KBr Bromuro potásico	50,41	0,86
	NH-0070A	0,00160 l	THF (Tetrahidrofurano)	35,74	0,06
		3,00000 %	Costes indirectos	110,91	3,33
			<b>Precio total por I .....</b>		<b>114,24</b>
			<b>Son ciento catorce Euros con veinticuatro céntimos</b>		
2.2	MF.002	I	<b>Reactivos para limpieza del material</b>		
	NH-0039	6,00000 l	Acetona para síntesis	8,00	48,00
	NH-0003	5,00000 l	Etanol absoluto	6,00	30,00
	W-0002	30,00000 l	Agua destilada	2,32	69,60
		3,00000 %	Costes indirectos	147,60	4,43
			<b>Precio total por I .....</b>		<b>152,03</b>
			<b>Son ciento cincuenta y dos Euros con tres céntimos</b>		
2.3	MF.003	ud	<b>Material de laboratorio</b>		
	M.A.2	1,00000 ud	Pinzas manuales metálicas	1,70	1,70
	M.A.20	3,00000 ud	Imán agitador	2,50	7,50
	M.A.31	200,00000 ud	Papel de filtro	0,07	14,00
	M.A.6	1,00000 ud	Tijeras	2,19	2,19
	M.A.32	15,00000 ud	Cuchilla	2,80	42,00
	M.A.3	1,00000 ud	Espátula de plástico	2,10	2,10
	M.A.4	1,00000 ud	Cuchara con espátula	4,21	4,21
	M.A.24	1,00000 ud	Cronómetro electrónico	35,40	35,40
	M.A.8	1,00000 ud	Caja de puntas para micropipeta de 100...	60,90	60,90
	M.A.7	1,00000 ud	Micropipeta de 200-1000 microlitros	230,00	230,00
	M.A.14	1,00000 ud	Micrómetro electrónico	25,00	25,00
	M.A.13	1,00000 ud	Pie de rey electrónico	15,00	15,00
	M.A.12	25,00000 ud	Viales de vidrio	0,34	8,50
	M.A.5	10,00000 ud	Placa Petri de PE	0,45	4,50
	M.A.16	1,00000 ud	Placa Petri de vidrio	16,00	16,00
	M.A.1	2,00000 ud	Vaso de precipitados de 30 ml	4,25	8,50
	M.A.15	2,00000 ud	Vaso de precipitados de 250 ml	1,12	2,24
	M.A.18	2,00000 ud	Vaso de precipitados de 650 ml	1,21	2,42
	M.A.17	2,00000 ud	Vaso de precipitados de 1000 ml	2,71	5,42
	M.A.19	10,00000 ud	Tarro de vidrio	0,86	8,60
	M.A.26	1,00000 ud	Tarro de vidrio con tapa roscada	6,00	6,00
	M.A.27	1,00000 ud	Jeringuilla graduada de vidrio de 25 ml	36,83	36,83
	M.A.28	1,00000 ud	Jeringuilla graduada de vidrio de 50 ml	36,83	36,83
	M.A.21	25,00000 ud	Pipeta de vidrio Pasteur	0,06	1,50
	M.A.22	1,00000 ud	Tetina de goma	0,25	0,25
	M.A.23	1,00000 ud	Guantes térmicos	20,00	20,00
	M.A.25	1,00000 ud	Embudo Büchner	94,49	94,49
	M.A.30	1,00000 ud	Matraz redondo de 3 bocas	28,96	28,96
		3,00000 %	Costes indirectos	721,04	21,63
			<b>Precio total por ud .....</b>		<b>742,67</b>
			<b>Son setecientos cuarenta y dos Euros con sesenta y siete céntimos</b>		



## Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
2.4 MF.004		ud	<b>Equipo de protección Individual</b>		
	EPI.3	1,00000 ud	Bata de seguridad blanca	15,00	15,00
	EPI.1	1,00000 ud	Máscara de protección antigás	35,00	35,00
	EPI.6	1,00000 ud	Máscara de protección antipartículas	22,00	22,00
	EPI.2	1,00000 ud	Gafas de seguridad	20,00	20,00
	EPI.5	3,00000 ud	Caja de guantes desechables de Nitrilo	22,00	66,00
	EPI.4	0,75000 ud	Caja de guantes desechables de Látex	22,00	16,50
		3,00000 %	Costes indirectos	174,50	5,24
			<b>Precio total por ud .....</b>		<b>179,74</b>
			<b>Son ciento setenta y nueve Euros con setenta y cuatro céntimos</b>		

## Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
<b>3 Mano de obra</b>					
3.1	MO.001	h	<b>Dirección del proyecto.</b>		
	MA.DP	40,00000 h	Director del proyecto	20,00	800,00
		3,00000 %	Costes indirectos	800,00	24,00
			<b>Precio total por h .....</b>		<b>824,00</b>
					<b>Son ochocientos veinticuatro Euros</b>
3.2	MO.002	h	<b>Técnico de laboratorio</b>		
	MA.TL	300,00000 h	Técnico de Laboratorio	0,01	3,00
		3,00000 %	Costes indirectos	3,00	0,09
			<b>Precio total por h .....</b>		<b>3,09</b>
					<b>Son tres Euros con nueve céntimos</b>

## Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	<b>1 Material Inventariable</b>		
1.1	a Relación de equipos utilizados en general para los distintos procesos.	287,44	DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.2	a Relación de equipos utilizados en la caracterización y obtención de las muestras.	21,17	VEINTIUN EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
1.3	h Costes Externos al Centro, con coste relativo a la hora de uso.	66,37	SESENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
	<b>2 Material Fungible</b>		
2.1	l Reactivos	114,24	CIENTO CATORCE EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
2.2	l Reactivos para limpieza del material	152,03	CIENTO CINCUENTA Y DOS EUROS CON TRES CÉNTIMOS
2.3	ud Material de laboratorio	742,67	SETECIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.4	ud Equipo de protección Individual	179,74	CIENTO SETENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
	<b>3 Mano de obra</b>		
3.1	h Dirección del proyecto.	824,00	OCHOCIENTOS VEINTICUATRO EUROS
3.2	h Técnico de laboratorio	3,09	TRES EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
	Valencia, 07 de Julio de 2014 TFG de Ingeniería Mecánica		
	Karim Harbi Shehadeh Alandete		

## Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.1	1 Material Inventariable a Relación de equipos utilizados en general para los distintos procesos.  <i>Maquinaria</i> 3 % Costes indirectos	279,07 8,37	287,44
1.2	a Relación de equipos utilizados en la caracterización y obtención de las muestras.  <i>Maquinaria</i> 3 % Costes indirectos	20,55 0,62	21,17
1.3	h Costes Externos al Centro, con coste relativo a la hora de uso.  <i>Maquinaria</i> 3 % Costes indirectos	64,44 1,93	66,37
2.1	2 Material Fungible I Reactivos  <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	110,91 3,33	114,24
2.2	I Reactivos para limpieza del material  <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	147,60 4,43	152,03
2.3	ud Material de laboratorio  <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	721,04 21,63	742,67
2.4	ud Equipo de protección Individual  <i>Materiales</i> 3 % Costes indirectos	174,50 5,24	179,74
3.1	3 Mano de obra h Dirección del proyecto.  <i>Mano de obra</i> 3 % Costes indirectos	800,00 24,00	824,00
3.2	h Técnico de laboratorio  <i>Mano de obra</i> 3 % Costes indirectos	3,00 0,09	3,09
	Valencia, 07 de Julio de 2014 TFG de Ingeniería Mecánica  Karim Harbi Shehadeh Alandete		

PRESUPUESTO Y MEDICION

Presupuesto necesario para la realización del presente proyecto.

Página 13

## PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 Material Inventariable

N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1	<b>A. Relación de equipos utilizados en general para los distintos procesos.</b>			
		1,00	287,44	287,44
1.2	<b>A. Relación de equipos utilizados en la caracterización y obtención de las muestras.</b>			
		1,00	21,17	21,17
1.3	<b>H. Costes Externos al Centro, con coste relativo a la hora de uso.</b>			
		1,00	66,37	66,37

Total presupuesto parcial n° 1 ... 374,98

Presupuesto necesario para la realización del presente proyecto.

Página 14

## PRESUPUESTO PARCIAL N° 2 Material Fungible

N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1	<b>L. Reactivos</b>			
		1,00	114,24	114,24
2.2	<b>L. Reactivos para limpieza del material</b>			
		1,00	152,03	152,03
2.3	<b>Ud. Material de laboratorio</b>			
		1,00	742,67	742,67
2.4	<b>Ud. Equipo de protección Individual</b>			
		1,00	179,74	179,74

Total presupuesto parcial n° 2 ... 1.188,68

Presupuesto necesario para la realización del presente proyecto.

Página 15

## PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 Mano de obra

N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1	<b>H. Dirección del proyecto.</b>			
		1,00	824,00	824,00
3.2	<b>H. Técnico de laboratorio</b>			
		1,00	3,09	3,09

Total presupuesto parcial n° 3 ... 827,09



PRESUPUESTO NECESARIO PARA LA REALIZACIÓN DEL PRESENTE PROYECTO.

---

RESUMEN POR CAPITULOS

---

CAPITULO MATERIAL INVENTARIABLE	374,98
CAPITULO MATERIAL FUNGIBLE	1.188,68
CAPITULO MANO DE OBRA	827,09
REDONDEO.....	
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	<u>2.390,75</u>

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS DOS MIL TRESCIENTOS NOVENTA EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Proyecto: Presupuesto necesario para la realización del presente proyecto.

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
Capítulo 1 Material Inventariable	374,98
Capítulo 2 Material Fungible	1.188,68
Capítulo 3 Mano de obra	827,09
Presupuesto de ejecución material	2.390,75
15% de gastos generales	358,61
0% de beneficio industrial	0,00
Suma	2.749,36
21% IVA	577,37
Presupuesto de ejecución por contrata	3.326,73

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TRES MIL TRESCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Valencia, 07 de Julio de 2014  
TFG de Ingeniería Mecánica

Karim Harbi Shehadeh Alandete





## IV. BIBLIOGRAFIA

- [1] von Recum AF, in *Handbook of biomaterials evaluation: scientific, technical and clinical testing of implant materials. 2nd ed.*, London, UK, Taylor & Francis, 1999, pp. 1-12.
- [2] Williams DF, "Biomaterials: aims and scope," 2011. [Online]. Available: <http://www.elsevier.com/wps/find/>.
- [3] Yoda R., "Elastomers for biomedical applications," in *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 1998, pp. 561-626.
- [4] Y. Marois, R. Guidoin, P. Vermette, H. Griesser, G. Laroche and R. Guidoin, "Biocompatibility of polyurethanes," 2001, pp. 77-96.
- [5] Gosline J.; Lillie M.; Carrington E.; Guerette P.; Ortlepp C.; Savage K., "Elastic proteins: biological roles and mechanical properties.," in *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2002, p. 121–32..
- [6] Kim BS.; Baez CE.; Atala A., "Biomaterials for tissue engineering.," in *World Journal of Urology*, 2000, pp. 2-9.
- [7] Hubbell JA., "Biomaterials in tissue engineering," in *Nature Biotechnology*, 1995, p. 565–76.
- [8] Williams D., "Biomaterials and tissue engineering in reconstructive," 2003, pp. 563-74.
- [9] Nair LS.; Laurencin CT., "Biodegradable polymers as biomaterials," in *Progress in Polymer Science*, 2007.
- [10] Shalaby SW.; Burg KJL., «Absorbable and biodegradable polymers: contemporary topics,» 2004, pp. 159-90.
- [11] Domb AJ.; Kost J.; Wiseman DM., in *Handbook of biodegradable polymers*, Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 1997, p. 544.
- [12] Piskin E., "Biodegradable polymers as biomaterials," in *Journal of Biomaterials Science Polymer Edition*, 1995, pp. 775-95.
- [13] Freed LE.; Engelmayer GC.; Borenstein JT.; Moutos FT.; Guilak F., "Advanced material strategies for tissue engineering scaffolds," in *Advanced Materials*, 2009, pp. 3410-8.
- [14] Freed LE.; Guilak F.; Guo XE.; Gray ML.; Tranquillo R.; Holmes JW., "Advanced tools for tissue engineering: scaffolds, bioreactors, and signaling," in *Tissue Engineering*, 2006, pp. 3285-305.
- [15] Seal BL.; Otero TC.; Panitch A., "Polymeric biomaterials for tissue and organ regeneration," in *Materials Science and Engineering*, 2001, pp. 147-230.

- [16] Tunbridge RE.; "Ageing of connective tissue," in *Progress in the biological sciences in relation to dermatology*, Cambridge: The Syndices of the Cambridge University Press, 1960, p. 69.
- [17] Nyman JS.; Roy A.; Acuna RL.; Gayle HJ.; Reyes MJ.; Tyler JH.; Dean DD.; Wang X.; "Age-related effect on the concentration of collagen crosslinks in human osteonal and interstitial bone tissue," in *Bone*, 2006, pp. 1210-7.
- [18] Garlotta D. A.; "Literature review of poly(lactic acid)," in *Journal of Polymers*, 2001, pp. 63-84.
- [19] Karageorgiou V.; Kaplan D.; "Biomaterials," 2005, p. 5474.
- [20] Habibovic P.; Yuan H.; Van der Valk C. M.; Meijer G.; van Blitterswijk C. A.; de Groot K.; «Biomaterials,» 2005, p. 3565.
- [21] Butler D. L.; Goldstein S. A.; Guilak F.; "J. Biomech. Eng.," 2000, p. 570.
- [22] Liebschner M. A.; "Biomaterials," 2004, p. 1697.
- [23] Maquet V.; Boccaccini A. R.; Pravata L.; Notingher I.; Jerome R.; "Biomaterials," in 4185, 2004.
- [24] Hutmacher D. W.; "Biomaterials," 2000, p. 2529.
- [25] Hollister S. J.; Maddox R. D.; Taboas J. M.; "Biomaterials," 2002, p. 4095.
- [26] Hollinger J. O.; Einhorn T. A.; Doll B.; Sfeir C.; "Bone Tissue Engineering," 2004.
- [27] Wildemann B.; Kadow-Romacker A.; Haas N. P.; Schmidmaier G.; "J. Biomed. Mater. Res.," 2007, p. 437.
- [28] Chen R. R.; Mooney D. J.; "Pharma. Res.," 2003, p. 1103.
- [29] Lee K. Y.; Peters M. C.; Anderson K. W.; Mooney D. J.; "Nature," 2000, p. 998.
- [30] Richardson T. P.; Peters M. C.; Ennett A. B.; Mooney D. J.; "Nature Biotechnol," 2001, p. 1029.
- [31] Simmons C. A.; Alsberg E.; Hsiong S.; Kim W.; Mooney D. J.; "Bone," 2004, p. 562.
- [32] Zigang Ge.; Zhaoxia Jin.; Tong Cao.; "Manufacture of degradable polymeric scaffolds for bone regeneration," 2008, p. 2.
- [33] "Market Study Bioplastics, Ceresana," 2011. [Online].
- [34] Martin O.; Avérous, L.; "Poly(lactic acid): plasticization and properties of biodegradable multiphase systems," in *Polymer*, pp. 6209-6219.
- [35] Anders Södergård; Mikael Stolt.; "3. Industrial Production of High Molecular Weight Poly(Lactic Acid)," in *Poly(Lactic Acid): Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications*.

- [36] LATHE, GH; RUTHVEN, CR;, "The separation of substances on the basis of their molecular weights, using columns of starch and water," *Biochem J.*, 1995.
- [37] Moore, J.C.;, «Gel permeation chromatography. I. A new method for molecular weight distribution of high polymers,» de *Journal of Polymer Science Part A: General Papers*, 1964, p. 835–843.
- [38] D. Skoog, "Principles of Instrumental Analysis," Belmont, California, 2006.
- [39] "The Science of Spectroscopy; Wiki de educación espectroscópica y filmes - introducción a la luz, sus usos en la NASA, ciencias del espacio, astronomía, medicina y salud, investigación ambiental, y productos de consumo,," La NASA, [Online]. Available: <http://www.scienceofspectroscopy.info/>.
- [40] "Spectral Calc.com - High-resolution spectral modeling," GATS inc., [Online]. Available: <http://www.spectralcalc.com/info/about.php>.
- [41] "Organic Chemistry Resources Worldwide - Infrared Spectroscopy," [Online]. Available: <http://www.organicworldwide.net/content/infrared-spectroscopy>.
- [42] Ayala Aquice, David Abelardo;, «Curso Biología General y Aplicada,» Facultad de Ciencias de la Salud - Universidad Nacional del Altiplano - UNAP – Puno, [En línea]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos82/microscopio-optico-compuesto/microscopio-optico-compuesto.shtml>.
- [43] Ricard Casals Consultants, S.A., «M50 - Incorporación del secado ultravioleta (UV),» 2004. [En línea]. Available: [http://www.stopco2euskadi.com/Pags/AP/AP\\_Buenaspracticass/FichasDetalle.asp?cod=EEB46B37-8469-41BE-840D-53884BE9D197&IdMedida=050](http://www.stopco2euskadi.com/Pags/AP/AP_Buenaspracticass/FichasDetalle.asp?cod=EEB46B37-8469-41BE-840D-53884BE9D197&IdMedida=050).
- [44] <http://www.lamparasultravioleta.es>, «Tipos de lámparas Ultravioleta,» [En línea]. Available: <http://www.lamparasultravioleta.es/m-lamparas-uv.html>.
- [45] «U.C.T.R.A. (King Abdullah University of Science and Technology),» 2013. [En línea].
- [46] T. M. Parzanese, «Tecnologías para la Industria Alimentaria - Liofilización de alimentos,» [En línea]. Available: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/ficha\\_03\\_liofilizados.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/ficha_03_liofilizados.pdf).
- [47] «PATOLOGÍA + REHABILITACIÓN + CONSTRUCCIÓN,» 12 2012. [En línea]. Available: <http://www.patologiasconstruccion.net/2012/12/la-microscopia-electronica-de-barrido-sem-i-concepto-y-usos/>.
- [48] Doris La Rosa La Rosa y Martin Vargas, «BALANZA DE PRECISION,» 14 05 2013. [En línea]. Available: <http://laboratorio-quimico.blogspot.com.es/2013/05/balanza-de-precision.html>.
- [49] «DESECACIÓN Y AGENTES DESECANTES - APENDICE II,» UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, [En línea]. Available:

<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualdata/libros/Quimica/pigmentos/archivos%20PDF/appendice2.pdf>.

- [50] G. J. van Hummel, S. Harkema, F. E. Kohn and J. Feijen, "Structure of 3,6-Dimethyl- 1,4-dioxane-2,5-dione [D-,D-(L-,L-)Lactide]," in *Acta Crystallographica Section B: Structural Science, Crystal Engineering and Materials*, Vols. B38, Part 5, Liverpool, England, Oxford : Wiley-Blackwell, 1982, pp. B38, 1679-1681.
- [51] Aldrich, «(3S-cis)-3,6-Dimetil-1,4-dioxano-2,5-diona - FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD,» 2014.
- [52] A. Kumar Suri y S. Banerjee, «Tin,» de *Materials Science and Technology*, 2006.
- [53] Aldrich, «Tin(II) 2-ethylhexanoate - FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD,» 2014.
- [54] G. Schwach, J. Coudane, R. Engel y M. Vert, «More about the polymerization of lactides in the presence of stannous octoate,» de *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, p. 35 (16): 3431–3440.
- [55] «Wikipedia - Etilenglicol,» 23 05 2014. [En línea]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Etilenglicol>.
- [56] Scharlab, «Etilenglicol - Ficha de datos de seguridad,» 2013.
- [57] <http://www.infrasal.com/>, «Nitrógeno,» [En línea]. Available: [http://www.infrasal.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=13](http://www.infrasal.com/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=13).
- [58] «Universidad Nacional Autónoma de México; Facultad de química,» [En línea]. Available: <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/8acetatodeetilo.pdf>.
- [59] Scharlab, «Etilo acetato, 99,8%, anhidro (máx. 0,005% H2O), con tamices moleculares - Ficha de datos de seguridad,» 2013.
- [60] Aldrich, «Anhídrido metacrilico - FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD,» 2014.
- [61] «Wikipedia - Polimetil Metacrilato,» [En línea]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Polimetilmetacrilato>.
- [62] Lucite International, "COLACRYL DP300 - SAFETY DATA SHEET".
- [63] A. p. S. T. y. e. R. d. Enfermedades, «ToxFAQs™ - 1,4-Dioxano (1,4-Dioxane),» 2012. [En línea]. Available: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts187.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts187.html).
- [64] Scharlab, «1,4-Dioxano, purísimo, estabilizado con 2,5 ppm de 2,6-Di-terc-butil-4-metilfenol (BHT) - Ficha de datos de seguridad,» 2013.
- [65] «Wikipedia - Benzoína,» [En línea]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Benzoína>.
- [66] Scharlab, «Benzoína, para síntesis - Ficha de datos de seguridad,» 2013.



- [67] Aldrich, «Acrilato de 2-hidroxietilo - FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD,» 2014.
- [68] A. p. S. T. y. e. R. d. Enfermedades, «ToxFAQs™ - Acetona (Acetone),» 1995. [En línea]. Available: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts21.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts21.html).
- [69] Scharlab, «Acetona, para síntesis - Ficha de datos de seguridad,» 2013.
- [70] «Wikipedia - Etanol,» [En línea]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Etanol>.
- [71] Scharlab, «Etanol absoluto, para síntesis - Ficha de datos de seguridad,» 2013.
- [72] Sigma-Aldrich, «Bromuro de potasio - FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD,» 2014.
- [73] Sigma-Aldrich, «Tetrahidrofurano - FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD,» 2014.
- [74] J. L. Escobar Ivirico, Tesis Doctoral: Síntesis, caracterización y aplicaciones biomédicas de redes de copolímeros basados en poliésteres, Valencia (ESPAÑA), 2008.
- [75] J. L. Escobar Ivirico, Poly(L-lactide) networks with tailored water sorption, Valencia (ESPAÑA): Springer-Verlag, 2010.