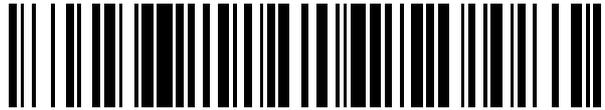


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 184**

51 Int. Cl.:

**C08F 279/02** (2006.01)

**C08C 19/28** (2006.01)

**C08G 81/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2011 E 11746707 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 2601229**

54 Título: **Copolímeros de injerto de polifarnesenos con polímeros de condensación**

30 Prioridad:

**02.08.2010 US 369758 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**10.02.2014**

73 Titular/es:

**AMYRIS, INC. (100.0%)  
5885 Hollis Street Suite 100  
Emeryville CA 94608, US**

72 Inventor/es:

**MCPHEE, DEREK, JAMES**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 442 184 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Copolímeros de injerto de polifarnesenos con polímeros de condensación

5 **[0001]** La presente invención proporciona copolímero de injerto de polifarnesenos con polímeros de condensación; y los procesos de fabricación y utilización de los copolímeros de injerto descritos aquí. En ciertas realizaciones, los polímeros de condensación son poliésteres, policarbonatos, poliamidas, poliéteres, resinas de fenol-formaldehído, resinas de urea-formaldehído, resinas de melamina-formaldehído y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, los polifarnesenos son homopolímeros de farneseno derivados de un farneseno, o interpolímeros de farneseno derivados de un farneseno y por lo menos un monómero de vinilo.

15 **[0002]** Una poliolefina es un polímero preparado generalmente mediante la polimerización de una olefina, tal como alquenos que tienen la fórmula general  $C_nH_{2n}$ . En general, las propiedades físicas, químicas o biológicas de las poliolefinas se pueden modificar mediante la copolimerización de olefinas o poliolefinas con una variedad de otros monómeros o polímeros para formar copolímeros de olefina. Los copolímeros de olefina se pueden preparar en varios tipos, tales como copolímeros aleatorios, copolímeros alternantes, copolímeros de bloque o copolímeros de injerto. Los copolímeros de injerto de olefina se pueden preparar mediante la reacción de poliolefinas modificadas con otros polímeros, tales como poliésteres o policarbonatos.

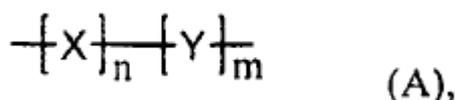
20 **[0003]** En general, las poliolefinas derivan de olefinas fabricadas mediante craqueo del petróleo o el alquitrán de hulla. En el proceso de craqueo, se rompen alcanos largos a temperaturas elevadas en presencia de un catalizador para producir olefinas más pequeñas. En general, el proceso de craqueo no es ecológico. Además, las olefinas del proceso de craqueo en general derivan de una fuente no renovable.

25 **[0004]** Por lo tanto, existe la necesidad de polímeros más ecológicos y/o renovables, por ejemplo, polímeros derivados de compuestos de isoprenoide que se pueden obtener de fuentes naturales. Además, también existe la necesidad de nuevos polímeros que tengan propiedades físicas, químicas y biológicas únicas. El documento WO 2010/027464 describe interpolímeros de farneseno que comprenden unidades derivadas de un farneseno (por ejemplo,  $\alpha$ -farneseno o  $\beta$ -farneseno) y unidades derivadas de por lo menos un monómero de vinilo.

30 DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LA INVENCION

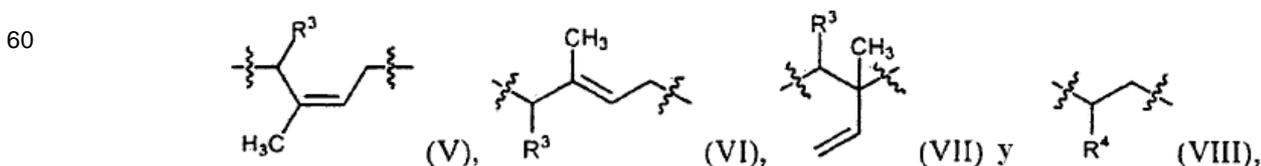
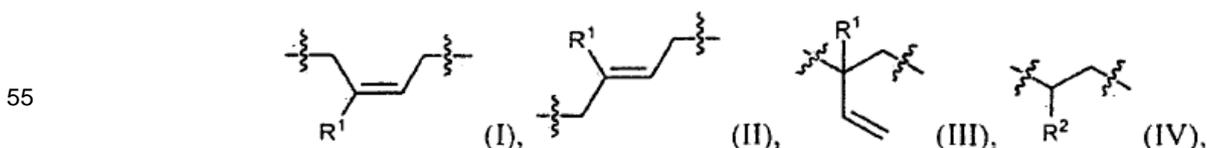
35 **[0005]** Las necesidades mencionadas anteriormente se pueden cumplir mediante varios aspectos de la invención descritos en el presente documento. En un aspecto, la presente invención proporciona un copolímero de injerto de un polifarneseno con un polímero de condensación, en el que el polímero de condensación es un poliéster que es opcionalmente tereftalato de polietileno; un policarbonato; una poliamida; un poliéter; una resina de fenolformaldehído; una resina de urea-formaldehído; una resina de melamina-formaldehído; o una combinación de los mismos.

40 **[0006]** En ciertas realizaciones, el polifarneseno tiene la fórmula (A):



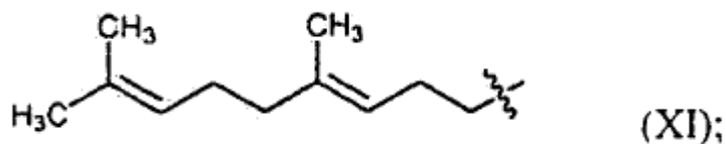
45 en el que n es un número entero de 1 a 100.000; m es un número entero de 0 a 100.000; X deriva de un farneseno; e Y deriva de un monómero de vinilo. En algunas realizaciones, cuando m es 0, n es de 2 a 100.000. En otras realizaciones, cuando m es 1 o superior, la proporción de porcentaje molar de X con respecto a Y es de 1:4 a 100:1.

50 **[0007]** En algunas realizaciones, X de fórmula (A) tiene una o más de las fórmulas (I)-(VIII) y los estereoisómeros de las mismas:



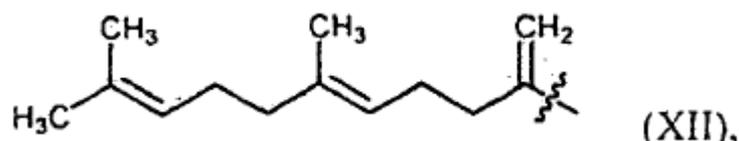
en el que R<sup>1</sup> tiene la fórmula (XI):

5



10 R<sup>2</sup> tiene la fórmula (XII):

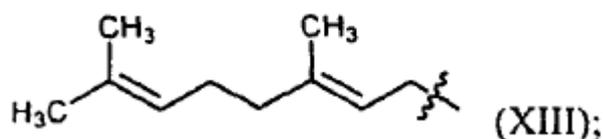
15



20 R<sup>3</sup> tiene la fórmula (XIII):

20

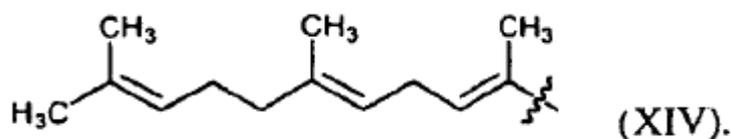
25



y  
R<sup>4</sup> tiene la fórmula (XIV):

30

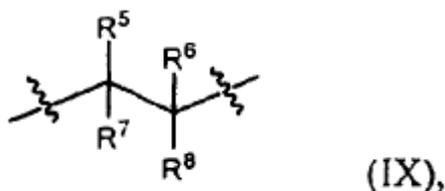
35



[0008] En ciertas realizaciones, Y de fórmula (A) tiene la fórmula (IX) o un estereoisómero de la misma:

40

45



en el que cada uno de R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> y R<sup>8</sup> es independientemente H, alquilo, cicloalquilo, arilo, cicloalquenilo, alquinilo, heterociclilo, alcoxi, ariloxi, carboxilo, alcóxicarbonilo, aminocarbonilo, alquilaminocarbonilo, dialquilaminocarbonilo, aciloxi, nitrilo o halógeno.

50

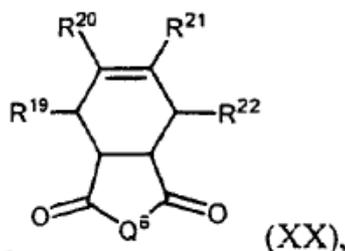
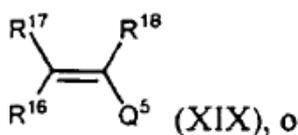
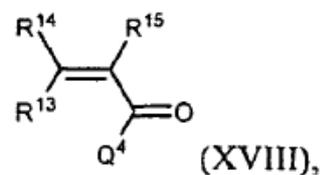
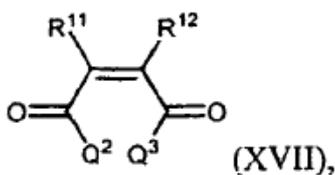
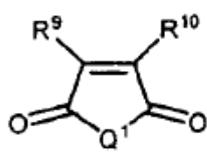
[0009] En otro aspecto, se proporciona en el presente documento un polifarneseno modificado preparado mediante la reacción de un polifarneseno con por lo menos un modificador en presencia de un iniciador de injerto, radiación o una combinación de los mismos, en el que la proporción del polifarneseno con respecto al modificador es de 100.000:1 a 100:5 en peso.

55

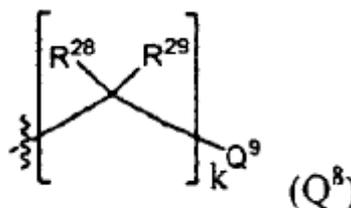
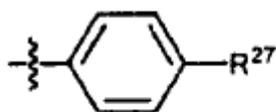
[0010] En algunas realizaciones, el modificador tiene la fórmula (XVI), (XVII), (XVIII), (XIX), o (XX) :

60

65



20 en el que Q<sup>1</sup> es S, NR<sup>23</sup> o N-Q<sup>7</sup> y Q<sup>6</sup> es independientemente O, S, NR<sup>23</sup> o N-Q<sup>7</sup>; cada uno de Q<sup>2</sup>, Q<sup>3</sup>, Q<sup>4</sup> y Q<sup>5</sup> es independientemente halógeno, Q<sup>6</sup>, NR<sup>24</sup>R<sup>25</sup>, OR<sup>26</sup> o O-Q<sup>8</sup>; Q<sup>7</sup> y Q<sup>8</sup> respectivamente tienen las siguientes fórmulas:



35 en el que k es un número entero de 1 a 10; y Q<sup>9</sup> es OH, NH<sub>2</sub>, NHR<sup>30</sup>, carboxilo, epoxi o glicidilo; y cada uno de R<sup>9</sup> a R<sup>30</sup> es independientemente H, alquilo C<sub>1-20</sub>, alquenilo C<sub>1-20</sub>, alquinilo C<sub>1-20</sub>, cicloalquilo, arilo, aralquilo, alcarilo, OH, NH<sub>2</sub>, carboxilo, epoxi o glicidilo, o R<sup>19</sup> y R<sup>22</sup> juntos forman un grupo -(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>, en el que m es un número entero de 1 a 6, y en el que cada uno de alquilo C<sub>1-20</sub>, alquenilo C<sub>1-20</sub>, alquinilo C<sub>1-20</sub>, cicloalquilo, arilo, aralquilo, alcarilo, epoxi, glicidilo y -(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub> está opcionalmente sustituido.

40 **[0011]** En otro aspecto, se proporciona en el presente documento un copolímero de injerto preparado mediante la reacción de un polifarneseno modificado descrito en el presente documento con un polímero de condensación descrito en el presente documento a una temperatura de 50°C a 300°C. En algunas realizaciones, el polímero de condensación es un poliéster, policarbonato, poliamida, poliéter, una resina de fenol-formaldehído, una resina de urea-formaldehído, una resina de melamina-formaldehído o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el polímero de condensación es un poliéster, policarbonato, poliamida o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el polímero de condensación es un poliéster. En otras realizaciones, el poliéster es un tereftalato de polietileno (PET).

50 **[0012]** En otro aspecto, se proporciona en el presente documento una composición polimérica que comprende el copolímero de injerto descrito en el presente documento y por lo menos un aditivo. En algunas realizaciones, el aditivo es un agente de carga, agente de pegajosidad, agente de deslizamiento, agente antibloqueo, plastificante, antioxidante, agente de soplado, activador del agente de soplado, estabilizante de UV, secuestrador de ácido, colorante o pigmento, coagente, lubricante, agente antiempañamiento, agente auxiliar del flujo, agente auxiliar del procesado, agente auxiliar de la extrusión, agente de acoplamiento, agente reticulante, agente de control de la estabilidad, agente nucleante, tensioactivo, retardante de la llama, agente antiestático o una combinación de los mismos.

55 **[0013]** En otro aspecto, se proporciona en el presente documento un artículo que comprende el copolímero de injerto descrito en el presente documento. En algunas realizaciones, el artículo es un artículo moldeado, película, lámina o espuma. En otras realizaciones, el artículo es un artículo moldeado seleccionado entre juguetes, agarraderas, mangos de tacto suave, tiras de goma de parachoques, suelos, esterillas para coches, neumáticos, ruedecitas, pies para muebles y electrodomésticos, etiquetas, sellos, juntas, tales como juntas estáticas y dinámicas, puertas de automóvil, fajas de parachoques, componentes de rejillas, paneles oscilantes, mangueras, forros, suministros de oficina, sellos, revestimientos, diafragmas, tubos, tapaderas, tapones, puntas de pistones, sistemas de suministro, utensilios de cocina, zapatos, cámaras de aire de zapatos y suelas de zapatos.

65 **[0014]** Aspectos adicionales de la invención y características y propiedades de varias realizaciones de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción.

- 5
- [0015] La figura 1 muestra los espectros de ultravioleta-visible (UV-Vis) del ejemplo 1 y del  $\beta$ -farneseno.
- [0016] La figura 2 muestra una curva de cromatografía de permeación en gel (GPC) del ejemplo 1.
- [0017] La figura 3 muestra un espectro de resonancia magnética nuclear (RMN) de  $C^{13}$  del ejemplo 1.
- [0018] La figura 4 muestra un espectro de RMN de  $H^1$  del ejemplo 1.
- 10 [0019] La figura 5 muestra una curva de calorimetría de barrido diferencial (DSC) del ejemplo 1.
- [0020] La figura 6 muestra una curva de análisis gravimétrico térmico (TGA) del ejemplo 1 medido en aire.
- [0021] La figura 7 muestra una curva de TGA del ejemplo 1 medido en nitrógeno.
- 15 [0022] La figura 8 muestra los resultados de un ensayo de empalme del ejemplo 1.
- [0023] La figura 9 muestra una curva de GPC del ejemplo 2.
- 20 [0024] La figura 10 muestra una curva de DSC del ejemplo 2.
- [0025] La figura 11 muestra los resultados de un ensayo de tracción del ejemplo 2.
- [0026] La figura 12 muestra una curva de GPC del ejemplo 3.
- 25 [0027] La figura 13 muestra un espectro de RMN de  $^{13}C$  del ejemplo 3.
- [0028] La figura 14 muestra un espectro de RMN de  $^1H$  del ejemplo 3.
- 30 [0029] La figura 15 muestra una curva de DSC del ejemplo 3.
- [0030] La figura 16 muestra una curva de TGA del ejemplo 3.
- [0031] La figura 17 muestra los resultados de un ensayo de empalme del ejemplo 3.
- 35 [0032] La figura 18 muestra una curva de GPC de poliestireno formado.
- [0033] La figura 19 muestra una curva de GPC del copolímero de dibloque de poliestireno-1,4-polifarneseno formado.
- 40 [0034] La figura 20 muestra una curva de GPC del ejemplo 4.
- [0035] La figura 21 muestra un espectro de RMN de  $^{13}C$  del ejemplo 4.
- 45 [0036] La figura 22 muestra un espectro de RMN de  $^1H$  del ejemplo 4.
- [0037] La figura 23 muestra una curva de DSC del ejemplo 4.
- [0038] La figura 24 muestra una curva de TGA del ejemplo 4.
- 50 [0039] La figura 25 muestra los resultados de un ensayo de tracción del ejemplo 4.
- [0040] La figura 26 muestra los resultados de un ensayo de empalme del ejemplo 4.
- 55 [0041] La figura 27 muestra una curva de GPC del poliestireno formado.
- [0042] La figura 28 muestra una curva de GPC del copolímero de dibloque de poliestireno-3,4-polifarneseno formado.
- 60 [0043] La figura 29 muestra una curva de GPC del ejemplo 5.
- [0044] La figura 30 muestra un espectro de RMN de  $^{13}C$  del ejemplo 5.
- [0045] La figura 31 muestra un espectro de RMN de  $^1H$  del ejemplo 5.
- 65 [0046] La figura 32 muestra una curva de DSC del ejemplo 5.

[0047] La figura 33 muestra una curva de TGA del ejemplo 5.

[0048] La figura 34 muestra los resultados de un ensayo de tracción del ejemplo 5.

[0049] La figura 35 muestra una curva de GPC del ejemplo 5 después de la extracción con hexano.

[0050] La figura 36 muestra una curva de GPC de hexano después de la extracción para el ejemplo 5.

[0051] La figura 37 muestra los resultados de un ensayo de tracción del ejemplo 5.

#### Definiciones generales

[0052] Un "polímero" se refiere a un compuesto polimérico preparado mediante la polimerización de monómeros del mismo tipo o de tipos diferentes. El termino genérico "polímero" incluye los términos "homopolímero", "copolímero", "terpolímero", así como "interpolímero".

[0053] Un "interpolímero" se refiere a un polímero preparado mediante la polimerización de por lo menos dos tipos de monómeros diferentes. El termino genérico "interpolímero" incluye el termino "copolímero" (que se refiere en general a un polímero preparado a partir de dos monómeros diferentes), así como el termino "terpolímero" (que se refiere en general a un polímero preparado a partir de tres tipos de monómeros diferentes). También incluye los polímeros preparados mediante la polimerización de cuatro o mas tipos de monómeros.

[0054] "Copolímero de injerto" se refiere a un copolímero que comprende un primer polímero X que se ramifica del esqueleto de un segundo polímero Y. Cada uno del primer polímero X y el segundo polímero Y puede ser independientemente un homopolímero o un interpolímero. Un copolímero de injerto de X con Y se puede representar por la fórmula X-g-Y. Por ejemplo, polifarneseno-g-poliéster representa un copolímero de injerto de un polifarneseno con un poliéster. De manera similar, polifarneseno-g-PET representa un copolímero de injerto de un polifarneseno con un PET.

[0055] "Polímero de condensación" se refiere a un polímero formado mediante polimerización de condensación en que moléculas pequeñas, tales como agua o metanol, se liberan como subproductos, contrariamente a un polímero de adición que implica la reacción de monómeros insaturados. Algunos ejemplos no limitantes de polímeros de condensación incluyen poliésteres, policarbonatos, poliamidas, poliéteres, resinas de fenol-formaldehído, resinas de urea-formaldehído, resinas de melamina-formaldehído y poliacetales. Algunos ejemplos no limitantes de los polímeros de condensación se describen en Malcolm Stevens, "Polymer Chemistry: An Introduction," Oxford University Press, New York, pág. 285-408 (1999).

[0056] "Organilo" se refiere a cualquier grupo sustituyente orgánico, independientemente del tipo de función, que tiene una valencia libre en un átomo de carbono, por ejemplo,  $\text{CH}_3\text{CH}_2-$ ,  $\text{ClCH}_2-$ ,  $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})-$ , 4-piridilmetilo.

[0057] "Hidrocarbilo" se refiere a cualquier grupo univalente formado mediante la eliminación de un átomo de hidrógeno de un hidrocarburo, tal como alquilo (por ejemplo, etilo), cicloalquilo (por ejemplo, ciclohexilo), y arilo (por ejemplo, fenilo).

[0058] "Heterociclilo" se refiere a cualquier grupo univalente formado mediante la eliminación de un átomo de hidrógeno de cualquier átomo del anillo de un compuesto heterocíclico.

[0059] "Alquilo" o un "grupo alquilo" se refiere a un grupo univalente que tiene la fórmula general  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  derivado mediante la eliminación de un átomo de hidrógeno de un hidrocarburo alifático saturado, ramificado o no ramificado, en la que n es un número entero, o un número entero entre 1 y 20, o entre 1 y 8. Los ejemplos de grupos alquilo incluyen, pero sin imitación, grupos alquilo ( $\text{C}_1$ - $\text{C}_8$ ), tales como metilo, etilo, propilo, isopropilo, 2-metil-1-propilo, 2-metil-2-propilo, 2-metil-1-butilo, 3-metil-1-butilo, 2-metil-3-butilo, 2,2-dimetil-1-propilo, 2-metil-1-pentilo, 3-metil-1-pentilo, 4-metil-1-pentilo, 2-metil-2-pentilo, 3-metil-2-pentilo, 4-metil-2-pentilo, 2,2-dimetil-1-butilo, 3,3-dimetil-1-butilo, 2-etil-1-butilo, butilo, isobutilo, t-butilo, pentilo, isopentilo, neopentilo, hexilo, heptilo y octilo. Los grupos alquilo mas largos incluyen grupos nonilo y decilo. Un grupo alquilo puede estar no sustituido o sustituido con uno o mas sustituyentes adecuados. Además, el grupo alquilo puede estar ramificado o no ramificado. En algunas realizaciones, el grupo alquilo contiene por lo menos 2, 3, 4, 5, 6, 7 u 8 átomos de carbono.

[0060] "Cicloalquilo" o un "grupo cicloalquilo" se refiere a un grupo univalente derivado de un cicloalcano mediante la eliminación de un átomo de hidrógeno de un anillo monocíclico o policíclico, no aromático, que comprende átomos de carbono y de hidrógeno. Los ejemplos de grupos cicloalquilo incluyen, pero sin limitación, grupos cicloalquilo ( $\text{C}_3$ - $\text{C}_7$ ), tales como ciclopropilo, ciclobutilo, ciclopentilo, ciclohexilo, y cicloheptilo, y terpenos cíclicos y bicíclicos saturados, y grupos cicloalqueno ( $\text{C}_3$ - $\text{C}_7$ ), tales como ciclopropenilo, ciclobutenilo, ciclohexenilo, y cicloheptenilo, y terpenos cíclicos y bicíclicos insaturados. Un grupo cicloalquilo puede estar no sustituido o sustituido con uno o dos sustituyentes adecuados. Además, el grupo cicloalquilo puede ser monocíclico o policíclico.

En algunas realizaciones, el grupo cicloalquilo contiene por lo menos 5, 6, 7, 8, 9 ó 10 átomos de carbono.

**[0061]** Arilo" o un "grupo arilo" se refiere a un radical orgánico derivado de un hidrocarburo aromático monocíclico o policíclico mediante la eliminación de un átomo de hidrógeno. Los ejemplos no limitantes del grupo arilo incluyen un grupo fenilo, naftilo, bencilo, o tolanilo, sexifenileno, fenantrenilo, antraceno, coronenilo, y tolanilfenilo. Un grupo arilo puede estar no sustituido o sustituido con uno o más sustituyentes adecuados. Además, el grupo arilo puede ser monocíclico o policíclico. En algunas realizaciones, el grupo arilo contiene por lo menos 6, 7, 8, 9 ó 10 átomos de carbono.

**[0062]** "Isoprenoide" y "compuesto isoprenoide" se utilizan indistintamente en el presente documento y se refieren a un compuesto que puede derivarse del difosfato de isopentenilo.

**[0063]** "Sustituido" tal como se utiliza para describir un compuesto o grupo químico se refiere a que por lo menos un átomo de hidrógeno de ese compuesto o grupo químico está reemplazado por un segundo grupo químico. El segundo grupo químico puede ser cualquier sustituyente deseado que no afecte de modo adverso a la actividad deseada del compuesto. Los ejemplos de sustituyentes son los que se encuentran en los compuestos de ejemplo y realizaciones descritas en el presente documento, así como halógeno; alquilo; heteroalquilo; alqueno; alquino; arilo, heteroarilo, hidroxilo; alcoxilo; amino; nitro; tiol; tioeter; imina; ciano; amido; fosfonato; fosfina; carboxilo; tiocarbonilo; sulfonilo; sulfonamida; carbonilo; formilo; carbonilo; oxo; haloalquilo (por ejemplo, trifluorometilo); cicloalquilo carbocíclico, que puede ser monocíclico o policíclico condensado o no condensado (por ejemplo, ciclopropilo, ciclobutilo, ciclopentilo o ciclohexilo) o un heterocicloalquilo, que puede ser monocíclico o policíclico condensado o no condensado (por ejemplo, pirrolidinilo, piperidinilo, piperazinilo, morfolinilo o tiazinilo); arilo monocíclico, o policíclico condensado o no condensado, carbocíclico o heterocíclico (por ejemplo, fenilo, naftilo, pirrolilo, indolilo, furanilo, tiofenilo, imidazolilo, oxazolilo, isoxazolilo, tiazolilo, triazolilo, tetrazolilo, pirazolilo, piridinilo, quinolinilo, isoquinolinilo, acridinilo, pirazinilo, piridazinilo, pirimidinilo, benzimidazolilo, benzotiofenilo o benzofuranilo); amina (primaria, secundaria o terciaria); o-alquilo inferior; o-arilo, arilo; aril-alquilo inferior;  $-\text{CO}_2\text{CH}_3$ ;  $-\text{CONH}_2$ ;  $-\text{OCH}_2\text{CONH}_2$ ;  $-\text{NH}_2$ ;  $-\text{SO}_2\text{NH}_2$ ;  $-\text{OCHF}_2$ ;  $-\text{CF}_3$ ;  $-\text{OCF}_3$ ;  $-\text{NH}(\text{alquilo})$ ;  $-\text{N}(\text{alquilo})_2$ ;  $-\text{NH}(\text{arilo})$ ;  $-\text{N}(\text{alquilo})(\text{arilo})$ ;  $-\text{N}(\text{arilo})_2$ ;  $-\text{CHO}$ ;  $-\text{CO}(\text{alquilo})$ ;  $-\text{CO}(\text{arilo})$ ;  $-\text{CO}_2(\text{alquilo})$ ; y  $-\text{CO}_2(\text{arilo})$ ; y dichos grupos también pueden estar opcionalmente sustituidos con un puente o una estructura de anillo condensado, por ejemplo  $-\text{OCH}_2\text{O}-$ . Estos sustituyentes también pueden estar opcionalmente sustituidos con un sustituyente seleccionado de dichos grupos. Todos los grupos químicos descritos en el presente documento pueden estar sustituidos, a menos que se especifique lo contrario.

**[0064]** Un "reactivo de organolitio" se refiere a un compuesto organometálico con un enlace directo entre un átomo de carbono y un átomo de litio. Algunos ejemplos no limitantes de reactivos de organolitio incluyen vinil litio, aril litio (por ejemplo, fenil litio) , y alquil litio (por ejemplo, n-butil litio, sec-butil litio, terc-butil litio, metil litio, isopropil litio u otros reactivos de alquil litio que tienen de 1 a 20 átomos de carbono).

**[0065]** Una composición que esta "sustancialmente libre" de un compuesto significa que la composición contiene menos del 20% en peso, menos del 10% en peso, menos del 5% en peso, menos del 3% en peso, menos del 1% en peso, menos del 0,5% en peso, menos del 0,1% en peso, o menos del 0,01% en peso del compuesto, basado en el volumen total de la composición.

**[0066]** Un polímero que es "sustancialmente lineal" significa que el polímero contiene menos del 20% en peso, menos del 10% en peso, menos del 5% en peso, menos del 3% en peso, menos del 1% en peso, menos del 0,5% en peso, menos del 0,1% en peso, o menos del 0,01% en peso de estructuras ramificadas, en forma de estrella u otras estructuras regulares o irregulares, basado en el volumen total de la composición.

**[0067]** Un polímero que esta "sustancialmente ramificado" significa que el polímero contiene menos del 20% en peso, menos del 10% en peso, menos del 5% en peso, menos del 3% en peso, menos del 1% en peso, menos del 0,5% en peso, menos del 0,1% en peso, o menos del 0,01% en peso de estructuras lineales, en forma de estrella u otras estructuras regulares o irregulares, basado en el volumen total de la composición.

**[0068]** Un polímero que "sustancialmente tiene forma de estrella" significa que el polímero contiene menos del 20% en peso, menos del 10% en peso, menos del 5% en peso, menos del 3% en peso, menos del 1% en peso, menos del 0,5% en peso, menos del 0,1% en peso, o menos del 0,01% en peso de estructuras ramificadas, lineales u otras estructuras regulares o irregulares, basado en el volumen total de la composición.

**[0069]** En la siguiente descripción, todos los números indicados en el presente documento son valores aproximados, independientemente de si se utiliza la palabra "aproximadamente" o "aproximado" en conexión con los mismos. Pueden variar en un 1%, 2%, 5% o, a veces, de un 10% al 20%. Cuando se indica un intervalo numérico con un límite inferior, RI, y un límite superior, RS, se describe específicamente cualquier número que se encuentre dentro del intervalo. En particular, se describen específicamente los siguientes números dentro del intervalo:  $R = \text{RI} + k^*$  ( $\text{RS} - \text{RI}$ ), siendo k una variable que varía del 1% al 100% con un incremento del 1%, es decir, k es 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, .., 50%, 51%, 52%, .., 95%, 96%, 97%, 98%, 99%, o 100%. Además, cualquier intervalo numérico definido por dos números R tal como se define anteriormente también se describe específicamente.

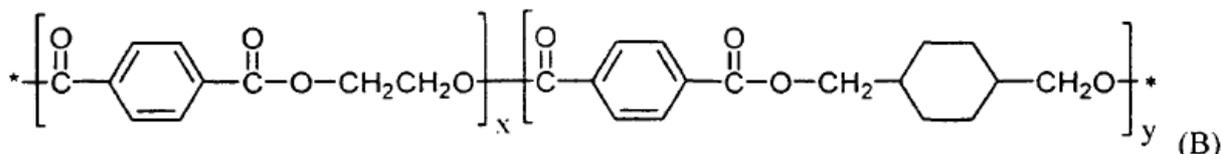
**[0070]** Los copolímeros de injerto descritos en el presente documento comprenden en general un polifarneseno injertado con un polímero de condensación. En algunas realizaciones, el polímero de condensación es un poliéster, un policarbonato, una poliamida, un poliéter, una resina de fenol-formaldehído, una resina de urea-formaldehído, una resina de melamina-formaldehído o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el polímero de condensación es un poliéster, policarbonato, poliamida o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el polímero de condensación es un poliéster. En otras realizaciones, el poliéster es un tereftalato de polietileno (PET). En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento está sustancialmente libre de uno o más de un poliéster, policarbonato, poliamida, poliéter, resina de fenol-formaldehído, resina de urea-formaldehído y resina de melamina-formaldehído

**[0071]** En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento es un poliéster. En el presente documento se puede utilizar cualquier poliéster que tenga grupos éster repetidos en su esqueleto y grupos terminales reactivos. En algunas realizaciones, los grupos terminales reactivos son hidroxilo, carboxilo, epoxi o una combinación de los mismos. En otras realizaciones, los grupos terminales reactivos están libres de hidroxilo, carboxilo, o epoxi. En ciertas realizaciones, el poliéster es un poliéster terminado en hidroxilo, un poliéster terminado en carboxilo o un poliéster terminado en epoxi.

**[0072]** El poliéster descrito en el presente documento se puede obtener mediante cualquier método conocido en la literatura. En algunas realizaciones, el poliéster se prepara mediante la esterificación directa de un diol con un diácido. En otras realizaciones, el poliéster se prepara mediante la transesterificación de un diol con un diéster. En ciertas realizaciones, el poliéster se prepara mediante la reacción de un diol con un haluro de diácilo. En algunas realizaciones, el poliéster se prepara mediante la reacción de un diol con un dianhídrido. En ciertas realizaciones, el poliéster se prepara mediante la polimerización por apertura de anillo de una lactona o un éster cíclico, tal como - acetolactona,  $\beta$ -propiolactona,  $\gamma$ -butirolactona,  $\delta$ -valerolactona, caprolactona, y similares. En algunas realizaciones, el poliéster se prepara mediante una reacción de autocondensación intermolecular de uno o más hidroxiácidos, tales como ácido 2-hidroxipropanoico (es decir, ácido láctico), ácido glicólico, ácido cítrico, ácido mandélico, ácido 3-hidroxipropanoico, ácido 2-hidroxiбутírico, ácido 3-hidroxiбутírico, ácido 4-hidroxiбутírico y ácido 3-hidroxi-valérico.

**[0073]** El poliéster descrito en el presente documento puede ser cualquier poliéster o copoliéster que tenga 2 o más grupos terminales reactivos seleccionados entre hidroxilo, carboxilo, epoxi y combinaciones de los mismos. Algunos ejemplos no limitantes del poliéster incluyen ácido poliglicólico (PGA), ácido poliláctico (PLA), policaprolactona (PCL), adipato de polietileno (PEA), polihidroxi-alcanoatos (PHA), tereftalato de polietileno (PET), tereftalato de polibutileno (PBT), tereftalato de politrimetileno (PTT), naftalato de polietileno (PEN), tereftalato de polihexametileno (PHT), tereftalato de policiclohexan-1,4-dimetilol (PCT), tereftalato de polineopentilo (PNT). En algunas realizaciones, el poliéster descrito en el presente documento es un tereftalato de polietileno (PET). En ciertas realizaciones, el PET contiene dos grupos terminales reactivos seleccionados entre hidroxilo, carboxilo, epoxi y combinaciones de los mismos.

**[0074]** Algunos ejemplos no limitantes del copoliéster incluyen (a) copoliésteres derivados de etilenglicol y ácido tereftálico y ácido isoftálico y/o ácido ftálico; y (b) copoliésteres derivados de etilenglicol, 1,4-ciclohexan dimetanol y tereftalato de dimetilo o ácido tereftálico (por ejemplo, PCTG, PETG o PET-CHDM). Los polímeros de PCTG, PETG y PET-CHDM pueden derivarse de etilenglicol, 1,4-ciclohexan dimetanol y tereftalato de dimetilo o ácido tereftálico. Su estructura genérica se puede representar por la fórmula (B) tal como se muestra a continuación:



en la que los asteriscos (\*) son grupos terminales (por ejemplo, OH o H); y es de 0,5 a 0,99; y x es de 0,5 a 0,01. PCTG, PETG y PCT se pueden diferenciar entre sí en los valores de x e y. Por ejemplo, y es de 0,05 a 0,5 y x es de 0,95 a 0,5 para PETG; y es 1,0 y x es 0 para PCT; e y es de 0,01 a 0,05 y x es de 0,99 a 0,95 para PET-CHDM.

**[0075]** En algunas realizaciones, y de la fórmula (B) es de 0,5 a 0,99 y x es de 0,5 a 0,01. En otras realizaciones, y de la fórmula (B) es de 0,55 a 0,95 y x es de 0,45 a 0,05. En realizaciones adicionales, y de la fórmula (B) es de 0,6 a 0,9 y x es de 0,4 a 0,1. En realizaciones adicionales, y de la fórmula (B) es de 0,65 a 0,85 y x es de 0,35 a 0,15.

**[0076]** En ciertas realizaciones, el poliéster deriva de un monómero preparado a partir de una fuente biológica (tal como, azúcares y lípidos) mediante un proceso biológico, tal como fermentación bacteriana. Los ejemplos no limitantes de monómeros preparados biológicamente incluyen ácido láctico, ácido glicólico y ácido cítrico. En algunas realizaciones, el propio poliéster se prepara a partir de una fuente biológica (tal como, azúcares y lípidos)

mediante un proceso biológico, tal como fermentación bacteriana. Algunos ejemplos no limitantes de poliésteres preparados biológicamente incluyen polihidroxicanoatos, tales como poli-(R)-3-hidroxi-butirato (P3HB), poli-3-hidroxi-valerato (PHV), poli-4-hidroxi-butirato (P4HB), y poli(3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-valerato) (PHBV). En algunas realizaciones, el poliéster descrito en el presente documento es biodegradable. En ciertas realizaciones, el poliéster descrito en el presente documento es biocompatible. En algunas realizaciones, el poliéster descrito en el presente documento es un bioplástico.

**[0077]** Los grupos terminales de fórmula (B) o el poliéster descrito en el presente documento pueden variar según las propiedades deseadas. En algunas realizaciones, los grupos terminales son H, OH o una mezcla de los mismos. En otras realizaciones, el grupo terminal OH se puede modificar mediante la reacción con un ácido carboxílico para formar un grupo terminal éster o con un compuesto de haluro de epoxi, tal como epíclorhidrina, para formar un grupo terminal epoxi.

**[0078]** En algunas realizaciones, el poliéster descrito en el presente documento es o comprende PGA, PLA, PCL, PEA, PHA, PET, PBT, PTT, PEN, PHT, PCT, PNT, PCTG, PETG, PET-CHDM, P3HB, PHV, P4HB, PHBV o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el poliéster descrito en el presente documento está sustancialmente libre de uno o más de PGA, PLA, PCL, PEA, PHA, PET, PBT, PTT, PEN, PHT, PCT, PNT, PCTG, PETG, PET-CHDM, P3HB, PHV, P4HB y PHBV.

**[0079]** En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento es un policarbonato. En el presente documento se puede utilizar cualquier policarbonato que tenga grupos carbonato repetidos en su esqueleto y grupos terminales reactivos. En ciertas realizaciones, los grupos terminales reactivos son hidroxilo, que opcionalmente se pueden convertir en otros grupos terminales reactivos mediante los métodos descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, el policarbonato es un policarbonato terminado en hidroxilo o un policarbonato terminado en epoxi.

**[0080]** El policarbonato descrito en el presente documento se puede obtener mediante cualquier método conocido en la literatura. En algunas realizaciones, el policarbonato se prepara mediante la reacción de un diol con un precursor de carbonato, tal como fosgeno, un halo-formiato o un éster de carbonato. En ciertas realizaciones, el policarbonato se prepara mediante la transesterificación de un diol con un éster de carbonato, tal como carbonato de difenilo. Algunos ejemplos no limitantes de dioles adecuados incluyen bisfenoles, dioles alifáticos, tales como glicoles y combinaciones de los mismos. Algunos ejemplos no limitantes de bisfenoles adecuados incluyen bisfenil A, bisfenil AP, bisfenil AF, bisfenil B, bisfenil BP, bisfenil C, bisfenil E, bisfenil F, bisfenil G, bisfenil M, bisfenil S, bisfenil P, bisfenil PH, bisfenil TMC, bisfenil Z y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, el policarbonato deriva de bisfenil A y un precursor de carbonato, tal como fosgeno.

**[0081]** En ciertas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento es una poliamida. En el presente documento se puede utilizar cualquier poliamida que tenga grupos amida repetidos en su esqueleto y grupos terminales reactivos. En ciertas realizaciones, los grupos terminales reactivos son amino, carboxilo o una combinación de los mismos. Los grupos terminales reactivos se pueden convertir en otros grupos terminales reactivos mediante los métodos descritos en el presente documento. En ciertas realizaciones, la poliamida es una poliamida terminada en amino, una poliamida terminada en carboxilo o una poliamida terminada en epoxi.

**[0082]** La poliamida descrita en el presente documento se puede obtener mediante cualquier método conocido en la literatura. En algunas realizaciones, la poliamida se prepara mediante la reacción de una diamina con un diácido. En otras realizaciones, la poliamida se prepara mediante la reacción de una diamina con un diéster. En ciertas realizaciones, la poliamida se prepara mediante la reacción de una diamina con un haluro de diacilo. En algunas realizaciones, la poliamida se prepara mediante la reacción de una diamina con un dianhídrido. En ciertas realizaciones, la poliamida se prepara mediante la polimerización por apertura de anillo de una lactama o una amida cíclica, tal como caprolactama,  $\alpha$ -lactama,  $\beta$ -lactama,  $\gamma$ -lactama,  $\delta$ -lactama, y similares.

**[0083]** En algunas realizaciones, la poliamida se prepara mediante una reacción de autocondensación intermolecular de uno o más aminoácidos. En el presente documento se puede utilizar cualquier aminoácido que contenga un grupo amina y un grupo ácido carboxílico. En algunas realizaciones, el aminoácido tiene la fórmula  $H_2N(CH_2)_nCOOH$ , en el que n es un número entero de 1 a 20; y R es H, alquilo, cicloalquilo, alquenoilo, arilo, alcarilo, arilalquilo, heterociclilo o heteroarilo, en el que el alquilo, cicloalquilo, alquenoilo, arilo, alcarilo, arilalquilo, heterociclilo o heteroarilo está opcionalmente sustituido. Algunos ejemplos no limitantes de aminoácidos adecuados incluyen isoleucina, alanina, leucina, asparagina, lisina, ácido aspártico, metionina, cisteína, fenilalanina, ácido glutámico, treonina, glutamina, triptófano, glicina, valina, prolina, selenocisteína, serina, tirosina, arginina, histidina, ornitina, taurina y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, la poliamida descrita en el presente documento es biodegradable. En ciertas realizaciones, la poliamida descrita en el presente documento es biocompatible. En algunas realizaciones, la poliamida descrita en el presente documento es un bioplástico.

**[0084]** En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento es un poliéter. En el presente documento se puede utilizar cualquier poliéter que tenga grupos éter repetidos en su esqueleto y grupos terminales reactivos. En algunas realizaciones, los grupos terminales reactivos son hidroxilo, que opcionalmente se

pueden convertir en otros grupos terminales reactivos mediante métodos descritos en el presente documento. En ciertas realizaciones, el poliéter es un poliéter terminado en hidroxilo o un poliéter terminado en epoxi. En ciertas realizaciones, el poliéter es un poliéter terminado en hidroxilo o un poliéter terminado en epoxi.

5 **[0085]** El poliéter descrito en el presente documento se puede obtener mediante cualquier método conocido en la literatura. En algunas realizaciones, el poliéter se prepara mediante una reacción de autocondensación intermolecular de uno o más dioles, tales como glicoles alifáticos (por ejemplo, 1,3-propanodiol) y glicoles bencílicos. En algunas realizaciones, el poliéter se prepara mediante la reacción de un diol (por ejemplo, bisfenoles) con un compuesto dihalo (por ejemplo, compuestos dihaloaromáticos y dihaloalcanos, tales como diclorometano) bajo condiciones básicas.

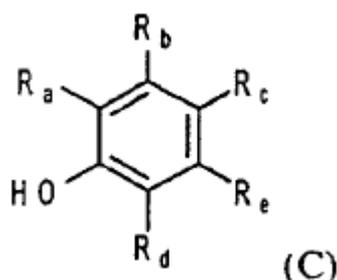
10 **[0086]** En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento es una resina de fenol-aldehído, tal como una resina de fenol-formaldehído. Algunos ejemplos no limitantes de resinas de fenol-aldehído se describen en Gardziella, L.A. Pilato, y A. Knop, "Phenolic Resins: Chemistry, Applications, Standardization. Safety and Ecology," 2ª edición, Springer-Verlag, Nueva York, Capítulo 2, pág. 24-79 (1999).

15 **[0087]** En el presente documento se puede utilizar cualquier resina de fenol-aldehído que se pueda preparar a partir de un compuesto fenol y un aldehído bajo condiciones ácidas o básicas. En algunas realizaciones, el compuesto fenol tiene la fórmula (C):

20

25

30



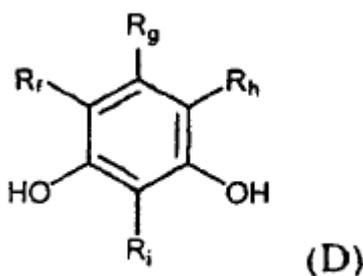
en el que cada uno de  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $R_c$ ,  $R_d$  y  $R_e$  del compuesto fenol de fórmula (C) es independientemente hidrógeno; hidroxilo; haluro, tal como fluoruro, cloruro, bromuro y yoduro; nitro; benzo; carboxilo; alcoxicarbonilo; acilo, tal como formilo, alquilcarbonilo (por ejemplo, acetilo) y arilcarbonilo (por ejemplo, benzoilo); alquilo, tal como metilo, etilo, propilo, butilo, pentilo, hexilo, heptilo, octilo, nonilo, decilo, y similares; arilo, tal como fenilo y naftilo; aralquilo, tal como bencilo; o alcarilo, tal como alquilfenilos. En ciertas realizaciones, cada uno de  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $R_d$  y  $R_e$  del compuesto fenol de fórmula (C) es independientemente H; y  $R_c$  es alquilo. En otra realización, cada uno de  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $R_c$ ,  $R_d$  y  $R_e$  del compuesto fenol de fórmula (C) es H.

35 **[0088]** En ciertas realizaciones, el compuesto fenol tiene la fórmula (D):

40

45

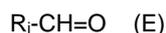
50



en el que cada uno de  $R_f$ ,  $R_g$ ,  $R_h$  y  $R_i$  es independientemente hidrógeno; hidroxilo; haluro, tal como fluoruro, cloruro, bromuro y yoduro; nitro; benzo; carboxilo; acilo, tal como formilo, alquilcarbonilo (por ejemplo, acetilo) y arilcarbonilo (por ejemplo, benzoilo); alquilo, tal como metilo, etilo, propilo, butilo, pentilo, hexilo, heptilo, octilo, nonilo, decilo, y similares; alquinilo, tal como vinilo y alilo no sustituidos o sustituidos; metacrilato no sustituido o sustituido; acrilato no sustituido o sustituido; silil éter; siloxanilo; arilo, tal como fenilo y naftilo; aralquilo, tal como bencilo; o alcarilo, tal como alquilfenilos. En algunas realizaciones, cada uno de  $R_f$ ,  $R_g$ ,  $R_h$  y  $R_i$  del compuesto fenol de fórmula (D) es H. En otra realización, cada uno de  $R_f$ ,  $R_h$  y  $R_i$  del compuesto fenol de fórmula (D) es H; y  $R_g$  es alquilo.

55 **[0089]** Se puede utilizar cualquier aldehído que reacción con los compuestos de fenol descritos en el presente documento para preparar la resina de fenolaldehído descrita en el presente documento. En algunas realizaciones, el aldehído se representa por la fórmula (E):

60



en el que R<sub>j</sub> es H, alquilo, alquilo sustituido, tal como aralquilo, arilo, o arilo sustituido, tal como alcarilo. En ciertas realizaciones, R<sub>j</sub> es alquilo. En otras realizaciones, R<sub>j</sub> es alquilo C<sub>1-22</sub>, tal como metilo, etilo, propilo, isopropilo, butilo, isobutilo, pentilo, isopentilo, hexilo, octilo, nonilo, decilo, dodecilo, tetradecilo, hexadecilo, octadecilo, bencilo y similares. En algunas realizaciones, R<sub>j</sub> es un grupo alquilo C<sub>3-22</sub>. En ciertas realizaciones, R<sub>j</sub> es un grupo alquilo C<sub>3</sub>. En otras realizaciones, R<sub>j</sub> es H, es decir, el aldehído es formaldehído. El término "formaldehído" también comprende cualquier sustancia que pueda separarse o liberar formaldehído, tal como paraformaldehído y trioxano.

**[0090]** En general, la resina de fenol-aldehído descrita en el presente documento se puede preparar mediante dos métodos diferentes. El primer método utiliza un exceso estequiométrico del compuesto fenólico (por ejemplo, fenol o resorcinol) sobre el aldehído (por ejemplo, formaldehído) en presencia de un catalizador ácido para formar un novolac fenólico o novolac. El novolac requiere, en general, la adición de un donante de metileno, tal como formaldehído, paraformaldehído o hexametilentetramina (HEXA) para realizar el curado. El otro método utiliza un exceso estequiométrico del aldehído (por ejemplo, formaldehído) sobre el compuesto fenólico (por ejemplo, fenol o resorcinol) en presencia de un catalizador básico para formar un resol fenólico. El resol fenólico posteriormente se puede curar a un polímero termoestable simplemente mediante calentamiento o la adición de un catalizador ácido.

**[0091]** En algunas realizaciones, el aldehído es un alquil aldehído, tal como n-butiraldehído, isobutiraldehído, valeraldehído, lauril aldehído, palmitil aldehído, estearil aldehído o una combinación de los mismos. En realizaciones adicionales, el aldehído es formaldehído, un alquil aldehído o una combinación de los mismos. Cuando se utiliza una mezcla de aldehídos, se pueden añadir a la mezcla de reacción individualmente, simultáneamente o secuencialmente.

**[0092]** En algunas realizaciones, los grupos terminales reactivos de la resina de fenol-aldehído descritos en el presente documento son hidroxilo, que opcionalmente se pueden convertir en otros grupos terminales reactivos mediante métodos descritos en el presente documento.

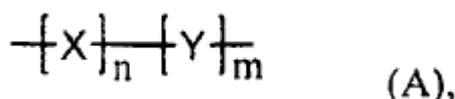
**[0093]** En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento es una resina de urea-formaldehído. En el presente documento se puede utilizar cualquier resina de urea-formaldehído preparada mediante la reacción de urea con formaldehído y que tenga grupos terminales metilol. En algunas realizaciones, los grupos terminales metilol opcionalmente se pueden convertir en otros grupos terminales reactivos. En ciertas realizaciones, el formaldehído se sustituye parcial o totalmente por uno o más aldehídos descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, la urea es una urea sustituida. En ciertas realizaciones, la urea se sustituye parcial o totalmente por uno o más compuestos fenol descritos en el presente documento. Algunos ejemplos no limitantes de resinas de urea-formaldehído se describen en Beat Meyer, "Urea-Formaldehído Resins." Addison-Wesley Pub. (1979).

**[0094]** En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento es una resina de melamina-formaldehído. En el presente documento se puede utilizar cualquier resina de melamina-formaldehído preparada mediante la reacción de melamina con formaldehído y que tenga grupos terminales metilol. En algunas realizaciones, los grupos terminales metilol opcionalmente se pueden convertir en otros grupos terminales reactivos. En ciertas realizaciones, el formaldehído se sustituye parcial o totalmente por uno o más aldehídos descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, la melamina es una melamina sustituida. En ciertas realizaciones, la melamina se sustituye parcial o totalmente por uno o más compuestos fenol descritos en el presente documento. Algunos ejemplos no limitantes de resinas de melamina-formaldehído se describen en Malcolm Stevens, "Polimer Chemistry: An Introduction," Oxford University Press, New York, págs. 406-407 (1999).

**[0095]** En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento contiene grupos terminales reactivos que comprenden hidroxilo, carboxilo, amino, epoxi o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento está libre de uno o más grupos seleccionados entre hidroxilo, carboxilo, amino y epoxi. Un experto en la materia puede entender que los grupos terminales reactivos de los polímeros de condensación descritos en el presente documento pueden estar no modificados o modificados mediante cualquier reacción o química conocida en la literatura. Por ejemplo, el grupo terminal OH se puede modificar mediante la reacción con un ácido carboxílico para formar un grupo terminal éster o con un compuesto de haluro de epóxido, tal como epiclorhidrina, para formar un grupo terminal epoxi. En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento contiene dos grupos terminales hidroxilo o por lo menos un grupo terminal hidroxilo. En ciertas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento contiene dos grupos terminales carboxilo o por lo menos un grupo terminal carboxilo. En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento contiene dos grupos terminales amino o por lo menos un grupo terminal amino. En ciertas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento contiene dos grupos terminales epoxi o por lo menos un grupo terminal epoxi. En algunas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento contiene por lo menos un grupo terminal epoxi y por lo menos un grupo terminal carboxilo. En ciertas realizaciones, el polímero de condensación descrito en el presente documento contiene por lo menos un grupo terminal amino y por lo menos un grupo terminal carboxilo.

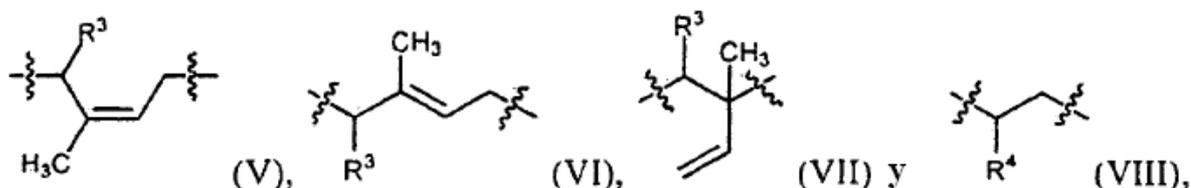
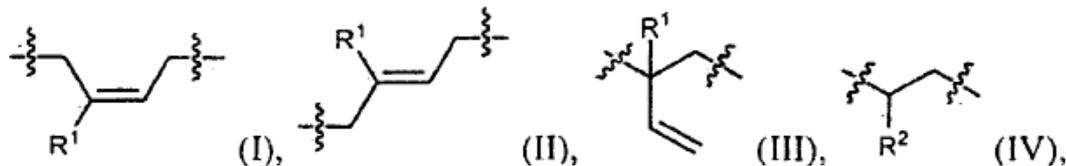
**[0096]** El polifarneseno descrito en el presente documento puede ser un homopolímero de farneseno derivado de un farneseno, un interpolímero de farneseno derivado de un farneseno y por lo menos un monómero de vinilo, o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el polifarneseno es un homopolímero de farneseno que comprende unidades derivadas de por lo menos un farneseno, tal como  $\alpha$ -farneseno,  $\beta$ -farneseno o una combinación de los mismos. En otras realizaciones, el polifarneseno es un interpolímero de farneseno que comprende unidades derivadas de por lo menos un farneseno y unidades derivadas de por lo menos un monómero de vinilo copolimerizable (por ejemplo, estireno). En realizaciones adicionales, el interpolímero de farneseno es un interpolímero aleatorio, de bloque o alternante. En realizaciones adicionales, el interpolímero de farneseno es un interpolímero de dibloque, tribloque o multibloque.

**[0097]** En ciertas realizaciones, el polifarneseno comprende una o más moléculas de polímero que tiene la fórmula (A):

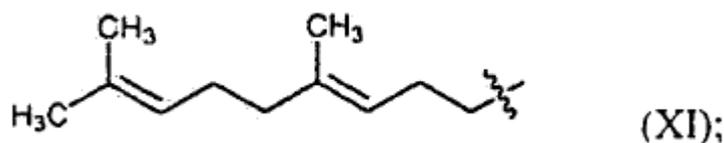


en la que n es un número entero de 1 a 500.000 o de 2 a 500.000; m es un número entero de 0 a 500.000, de 1 a 500.000 o de 2 a 500.000; X deriva de un farneseno; e Y deriva de un monómero de vinilo. En algunas realizaciones, el polifarneseno es un homopolímero de farneseno en el que m es 0 y n es de 2 a 500.000. En ciertas realizaciones, el polifarneseno es un interpolímero de farneseno en el que n es de 1 ó 2 a aproximadamente 500.000 y m es de 1 ó 2 a 500.000.

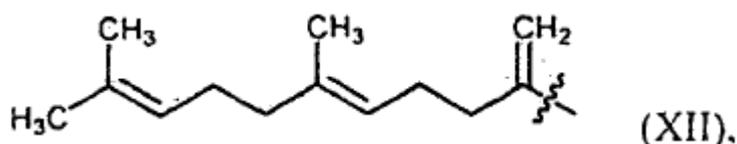
**[0098]** En algunas realizaciones, X tiene una o más de las fórmulas (I)-(VIII):



en las que R<sup>1</sup> tiene la fórmula (XI):

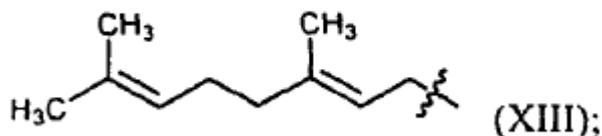


R<sup>2</sup> tiene la fórmula (XII):



R<sup>3</sup> tiene la fórmula (XIII):

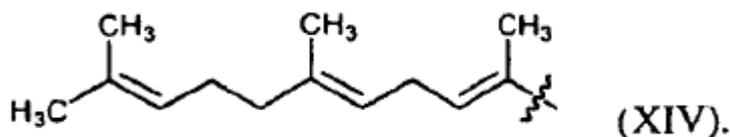
5



10

y  
R<sup>4</sup> tiene la fórmula (XIV):

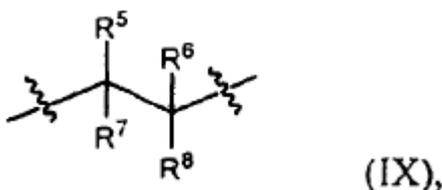
15



20

**[0099]** En ciertas realizaciones, Y tiene la fórmula (IX):

25



30

en la que cada uno de R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> y R<sup>8</sup> es independientemente H, un grupo organilo un grupo funcional. En algunas realizaciones, cada uno de R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> y R<sup>8</sup> es independientemente H, alquilo, cicloalquilo, arilo, cicloalqueno, alquinilo, heterociclilo, alcoxi, ariloxi, carboxilo, alcoxycarbonilo, aminocarbonilo, alquilaminocarbonilo, dialquilaminocarbonilo, aciloxi, nitrilo o halógeno.

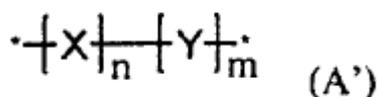
35

**[0100]** En general, el polifarneseno comprende una mezcla de moléculas de polímeros, cada una de las cuales tiene la fórmula (A), en la que cada uno de n y m tiene independientemente un valor específico. La media y la distribución de los valores de n o m descritos en el presente documento dependen de diversos factores, tales como la proporción molar de los materiales de partida, el tiempo y la temperatura de la reacción, la presencia o la ausencia de un agente terminador de cadena, la cantidad de iniciador, si lo hay, y las condiciones de la polimerización. El polifarneseno de fórmula (A) también puede incluir uno o más monómeros sin reaccionar, aunque las concentraciones de dicho uno o más monómeros, en general, serían pequeñas, o incluso extremadamente pequeñas o indetectables. El grado de polimerización, según se especifica mediante los valores n y m, puede afectar a las propiedades del polímero resultante. En algunas realizaciones, n es un número entero de 1 a 5.000, de 1 a 10.000, de 1 a 50.000, de 1 a 100.000, de 1 a 200.000, de 1 a 500.000, de 2 a 5.000, de 2 a 10.000, de 2 a 50.000, de 2 a 100.000, de 2 a 200.000, o de 2 a 500.000; y m es un número entero de 0 a 5.000, de 0 a 10.000, de 0 a 50.000, de 0 a 100.000, de 0 a 200.000, de 0 a 500.000, de 1 a 5.000, de 1 a 10.000, de 1 a 50.000, de 1 a 100.000, de 1 a 200.000, o de 1 a 500.000. En otras realizaciones, n es independientemente de aproximadamente 1 a 5000, de 1 a 2500, de 1 a 1000, de 1 a 500, de 1 a 100, de 1 a 50, de 2 a 5000, de 2 a 2500, de 2 a 1000, de 2 a 500, de 2 a 100 o de 2 a 50; y m es de 0 a 5000, de 0 a 2500, de 0 a 1000, de 0 a 500, de 0 a 100, de 0 a 50, de 1 a 5000, de 1 a 2500, de 1 a 1000, de 1 a 500, de 1 a 100 o de 1 a 50. Los expertos en la materia entenderán que se contemplan intervalos adicionales de los valores de n y m promedio, y que están dentro de la presente descripción.

50

**[0101]** En algunas realizaciones, la fórmula (X') comprende dos grupos terminales tal como se muestran en la siguiente fórmula:

55



60

en la que cada uno de los asteriscos (\*) en la fórmula representa un grupo terminal que puede o no variar entre diferentes moléculas de polímeros del polifarneseno dependiendo de muchos factores, tales como la proporción molar de los materiales de partida, la presencia o la ausencia de un agente terminador de cadena, y el estado del proceso de polimerización concreto al final de la etapa de polimerización.

65

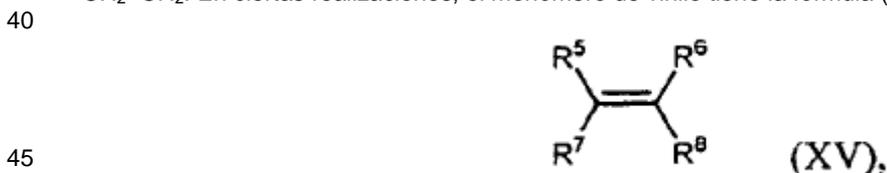
- 5 **[0102]** En algunas realizaciones, las X y las Y de la fórmula (A) o (A') están unidos de una manera sustancialmente lineal. En otras realizaciones, las X y las Y de la fórmula (A) o (A') están unidos de una manera sustancialmente ramificada. En realizaciones adicionales, las X y las Y de la fórmula (A) o (A') están unidos de una manera sustancialmente en forma de estrella. En más realizaciones adicionales, cada una de las X y las Y independientemente forman por lo menos un bloque a lo largo de la cadena polimérica para proporcionar un interpolímero de dibloque, de tribloque o de multibloque de farneseno que tiene por lo menos un bloque X y por lo menos un bloque Y. En más realizaciones adicionales, las X y las Y están distribuidos alternadamente a lo largo de la cadena polimérica para proporcionar un interpolímero de farneseno alternante.
- 10 **[0103]** En algunas realizaciones, las X de fórmula (A) o (A') comprenden una, dos, tres, cuatro o más fórmulas seleccionadas entre las fórmulas (I), (II), (III), (IV), (V), (VI), (VII) y (VIII) y estereoisómeros de las mismas. En algunas realizaciones, los X de fórmula (A) o (A') comprenden por lo menos dos fórmulas seleccionadas entre las fórmulas (I), (II), (III), (IV), (V), (VI), (VII) y (VIII) y estereoisómeros de las mismas. En algunas realizaciones, las X de fórmula (A) o (A') se pueden representar por la siguiente fórmula:  $A_xB_y$ , en la que cada uno de x e y es por lo menos 1, y en la que cada uno de A y B independientemente tiene la fórmula (I), (II), (III), (IV), (V), (VI), (VII) o (VIII) y A y B son diferentes. En una realización adicional, cada uno de x e y es independientemente superior a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40 ó 50. En alguna realización, las A y B están unidas de una manera sustancialmente lineal. En otras realizaciones, las A y B están unidas de una manera sustancialmente ramificada o sustancialmente en forma de estrella. En ciertas realizaciones, las A y B están distribuidas aleatoriamente. En otras realizaciones, las A y B están en dos o más "segmentos" para proporcionar una estructura segmentada, por ejemplo, AA--- AA- BB--- BB o AA--- AA- BB--- BB- AA--- AA. En otras realizaciones, las A y B están distribuidas alternadamente para proporcionar una estructura alternada, por ejemplo, A-B, A-B-A, A-B-A-B, A-B-A-B-A o similares.
- 15 **[0104]** En algunas realizaciones, las X de fórmula (A) o (A') comprenden tres o más unidades que tienen tres fórmulas diferentes seleccionadas entre las fórmulas (I), (II), (III), (IV), (V), (VI), (VII) y (VIII), y estereoisómeros de las mismas. En otras realizaciones, las X se pueden representar por la siguiente fórmula:  $A_xB_yC_z$ , en la que cada uno de x, y y z es por lo menos 1, y en el que cada uno de A, B y C independientemente tiene la fórmula (I), (II), (III), (IV), (V), (VI), (VII) o (VIII) y A, B y C son diferentes. En una realización adicional, cada uno de x, y y z es independientemente superior a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40 ó 50. En cierta realización, las A, B y C están unidas de una manera sustancialmente lineal. En cierta realización, las A, B y C están unidas de una manera sustancialmente ramificada o sustancialmente en forma de estrella. En otras realizaciones, las A, B y C están distribuidas de forma aleatoria. En ciertas realizaciones, las A, B y C están en tres "segmentos" para proporcionar una X que tiene una estructura segmentada, por ejemplo, AA--A-BB--B-CC--C. En otras realizaciones, las A, B y C están distribuidas de manera alternada para proporcionar una estructura alternada, por ejemplo, A-B-C-A-B, A-B-C-A-B-C o similares.
- 20 **[0105]** En alguna realización, cada uno de n y m de fórmula (A) o (A') es independientemente superior a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40 ó 50. En alguna realización, las X y las Y están unidas de una manera sustancialmente lineal. En otra realización, las X e Y están unidas de una manera sustancialmente ramificada o sustancialmente en forma de estrella. En ciertas realizaciones, las X e Y están distribuidas de forma aleatoria. En otras realizaciones, las X y las Y están en dos o más bloques o segmentos para proporcionar una estructura de bloques, tal como estructuras de dibloque o tribloque, por ejemplo, XX---XX-YY---YY o XX---XX-YY--YYXX---XX o YY---YY-XX---XX-YY---YY. En otras realizaciones, las X y las Y están distribuidas de manera alternada a lo largo de la cadena de interpolímero de farneseno para proporcionar un interpolímero de farneseno que tiene una estructura alternada, por ejemplo, X-Y, XY-X, X-Y-X-Y, X-Y-X-Y-X o similar. En algunas realizaciones, cada X tiene la fórmula  $A_xB_y$  o  $A_xB_yC_z$  tal como se ha descrito en el presente documento.
- 25 **[0106]** En ciertas realizaciones, el interpolímero de farneseno deriva de un farneseno y por lo menos un monómero de vinilo. En algunas realizaciones, la cantidad del farneseno en el interpolímero de farneseno descrito en el presente documento es superior a 1,5% molar, superior a 2,0% molar, superior a 2,5% molar, superior a 5% molar, superior a 10% molar, superior a 15% molar, o superior a 20% molar, basado en la cantidad total del interpolímero de farneseno. En otras realizaciones, la cantidad del farneseno en el interpolímero de farneseno descrito en el presente documento es menor que el 90% molar, menor que el 80% molar, menor que el 70% molar, menor que el 60% molar, menor que el 50% molar, menor que el 40% molar, o menor que el 30% molar, basado en la cantidad total del interpolímero de farneseno.
- 30 **[0107]** En algunas realizaciones, la cantidad de monómero de vinilo en el interpolímero de farneseno descrito en el presente documento es superior a 1,5% molar, superior a 2,0% molar, superior a 2,5% molar, superior a 5% molar, superior a 10% molar, superior a 15% molar, o superior a 20% molar, basado en la cantidad total del interpolímero de farneseno. En otras realizaciones, la cantidad de monómero de vinilo en el interpolímero de farneseno descrito en el presente documento es menor que 90% molar, menor que 80% molar, menor que 70% molar, menor que 60% molar, menor que 50% molar, menor que 40% molar, o menor que 30% molar, basado en la cantidad total del interpolímero de farneseno.
- 35 **[0108]** En ciertas realizaciones, la proporción del porcentaje molar del farneseno con respecto al monómero de vinilo (es decir, la proporción del porcentaje molar de X con respecto a Y) en el interpolímero de farneseno descrito en el

presente documento es de 1:5 a 100:1. En otras realizaciones, la proporción del porcentaje molar de X con respecto a Y es de 1:4 a 100:1, de 1:3,5 a 100:1, de 1:3 a 100:1, de 1:2,5 a 100:1, o de 1:2 a 100:1. En algunas realizaciones, m es 1 o superior, y la proporción del porcentaje molar de X con respecto a Y es de 1:4 a 100:1.

5 **[0109]** En ciertas realizaciones, la cantidad de fórmula (I) o (II) o una combinación de los mismos en el polifarneseno descrito en el presente documento es como máximo del 85% en peso, como máximo del 80% en peso, como máximo del 70% en peso, como máximo del 60% en peso, o como máximo del 50% en peso, basado en el peso total del polifarneseno. En otras realizaciones, la cantidad de fórmula (III) o (IV) en el polifarneseno descrito en el presente documento es por lo menos del 10% en peso, por lo menos del 15% en peso, por lo menos del 20% en peso, por lo menos del 25% en peso, por lo menos del 30% en peso, por lo menos del 40% en peso, por lo menos del 50% en peso, por lo menos del 60% en peso, por lo menos del 70% en peso, por lo menos del 75% en peso, por lo menos del 80% en peso, por lo menos del 85% en peso, por lo menos del 90% en peso, por lo menos del 95% en peso, o por lo menos del 99% en peso, en base al peso total del polifarneseno. En realizaciones adicionales, la cantidad de fórmula (II) en el polifarneseno descrito en el presente documento es del 1% en peso al 99% en peso, del 5% en peso al 99% en peso, del 10% en peso al 99% en peso, o del 15% en peso al 99% en peso, en base al peso total del polifarneseno. En realizaciones adicionales, la cantidad de fórmula (IV) en el polifarneseno descrito en el presente documento es como máximo del 0,1% en peso, como máximo del 0,5% en peso, como máximo del 1% en peso, como máximo del 2% en peso, o como máximo del 3% en peso, en base al peso total del polifarneseno. En algunas realizaciones, el polifarneseno descrito en el presente documento está sustancialmente libre de fórmula (I), (II), (III) o (IV).

25 **[0110]** En ciertas realizaciones, la cantidad de fórmula (V), (VI), (VII) o (VIII) en el polifarneseno descrito en el presente documento es como máximo del 1% en peso, como máximo del 5% en peso, como máximo del 10% en peso, como máximo del 20% en peso, como máximo del 30% en peso, como máximo del 40% en peso, como máximo del 50% en peso, como máximo del 60% en peso, como máximo del 70% en peso, como máximo del 80% en peso, o como máximo del 90% en peso, basado en el peso total del polifarneseno. En otras realizaciones, la cantidad de la fórmula (V), (VI), (VII) o (VIII) en el polifarneseno descrito en el presente documento es por lo menos del 1% en peso, por lo menos del 2% en peso, por lo menos del 3% en peso, por lo menos del 5% en peso, por lo menos del 10% en peso, por lo menos del 20% en peso, por lo menos del 30% en peso, por lo menos del 40% en peso, por lo menos del 50% en peso, por lo menos del 60% en peso, basado en el peso total del polifarneseno. En realizaciones adicionales, la cantidad de la fórmula (V), (VI), (VII) o (VIII) en el polifarneseno descrito en el presente documento es del 1% en peso al 99% en peso, del 5% en peso al 99% en peso, del 10% en peso al 99% en peso, o del 15% en peso al 99% en peso, basado en el peso total del polifarneseno. En algunas realizaciones, el polifarneseno descrito en el presente documento está sustancialmente libre de las fórmulas (V), (VI), (VII) o (VIII).

35 **[0111]** Cualquier compuesto que contenga un grupo vinilo, es decir,  $-\text{CH}=\text{CH}_2$ , que sea copolimerizable con farneseno puede utilizarse como monómero de vinilo para producir el interpolímero de farneseno descrito en el presente documento. Los monómeros de vinilo útiles descritos en el presente documento incluyen etileno, es decir,  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ . En ciertas realizaciones, el monómero de vinilo tiene la fórmula (XV):



50 en la que cada uno de  $\text{R}^5$ ,  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  es independientemente H, un grupo organilo, o un grupo funcional.

55 **[0112]** En algunas realizaciones, por lo menos uno de  $\text{R}^5$ ,  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  de fórmula (IX) o (XV) es un grupo organilo. En realizaciones adicionales, el grupo organilo es hidrocarbilo, hidrocarbilo sustituido, heterociclilo, o heterociclilo sustituido. En ciertas realizaciones, cada uno de  $\text{R}^5$ ,  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  de fórmula (IX) o (XV) es independientemente H, alquilo, cicloalquilo, arilo, alquenilo, cicloalquenilo, alquinilo, heterociclilo, alcoxi, ariloxi, carboxilo, alcocarbonilo, aminocarbonilo, alquilaminocarbonilo, dialquilaminocarbonilo, aciloxi, nitrilo o halógeno. En otras realizaciones, cada uno de  $\text{R}^5$ ,  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  de fórmula (IX) o (XV) es independientemente H, alquilo, cicloalquilo, arilo, cicloalquenilo, alquinilo, heterociclilo, alcoxi, ariloxi, carboxilo, alcocarbonilo, aminocarbonilo, alquilaminocarbonilo, dialquilaminocarbonilo, aciloxi, nitrilo o halógeno. En ciertas realizaciones,  $\text{R}^5$  de fórmula (IX) o (XV) es arilo; y cada uno de  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  es H. En realizaciones adicionales,  $\text{R}^5$  de fórmula (IX) o (XV) es fenilo; y cada uno de  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  es H.

60 **[0113]** En ciertas realizaciones, por lo menos uno de  $\text{R}^5$ ,  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  de fórmula (IX) o (XV) es H. En otras realizaciones, cada uno de  $\text{R}^5$ ,  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  de fórmula (IX) o (XV) es H. En otras realizaciones,  $\text{R}^5$  de fórmula (IX) o (XV) es hidrocarbilo; y cada uno de  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  es H. En otras realizaciones, el hidrocarbilo es alquilo, cicloalquilo, o arilo. En otras realizaciones, ninguno de  $\text{R}^5$ ,  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  de fórmula (IX) o (XV) es o comprende alquenilo, cicloalquenilo o alquinilo. En otras realizaciones, ninguno de  $\text{R}^5$ ,  $\text{R}^6$ ,  $\text{R}^7$  y  $\text{R}^8$  de fórmula (IX) o (XV) es o comprende

un hidrocarbilo, hidrocarbilo sustituido, heterociclilo, o heterociclilo sustituido.

**[0114]** En ciertas realizaciones, por lo menos uno de  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$  y  $R^8$  de fórmula (IX) o (XV) es un grupo funcional que contiene halógeno, O, N, S, P o una combinación de los mismos. Algunos ejemplos no limitantes de grupos funcionales adecuados incluyen hidroxilo, alcoxi, ariloxi, amino, nitro, tiol, tioéter, imina, ciano, amido, fosfonato (-P(=O)(O-alquilo)<sub>2</sub>, -P(=O)(O-arilo)<sub>2</sub>, o -P(=O)(O-alquil)(O-arilo)), fosfinato (-P(=O)(O-alquil)alquilo, -P(=O)(O-aril)alquilo, P(=O)(O-alquil)arilo, o -P(=O)(O-aril)arilo), carboxilo, anhídrido, tiocarbonilo, sulfonilo (-S(=O)<sub>2</sub>alquilo, o -S(=O)<sub>2</sub>arilo), sulfonamida (-SO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>, -SO<sub>2</sub>NH(alquilo), -SO<sub>2</sub>NH(arilo), -SO<sub>2</sub>N(alquilo)<sub>2</sub>, -SO<sub>2</sub>N(arilo)<sub>2</sub>, o -SO<sub>2</sub>N(aril)(alquilo)), cetona, aldehído, éster, oxo, epoxi, glicidilo, amino (amina primaria, secundaria o terciaria, tal como -NH<sub>2</sub>, -NH(alquilo), -N(alquilo)<sub>2</sub>, -NH(arilo), -N(alquil)(arilo), -N(arilo)<sub>2</sub>), -CO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, -CONH<sub>2</sub>, -OCH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>, -OCHF<sub>2</sub>, -OCF<sub>3</sub>, -CHO, -CO(alquilo), -CO(arilo), CO<sub>2</sub>(alquilo), o -CO<sub>2</sub>(arilo). En algunas realizaciones, el grupo funcional es o comprende hidroxilo, carboxilo, amino, epoxi, glicidilo, anhídrido, alcoxicarbonilo, aminocarbonilo, alquilaminocarbonilo, dialquilaminocarbonilo o aciloxi. En otras realizaciones, ninguno de  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$  y  $R^8$  de fórmula (IX) o (XV) es o comprende un grupo funcional. En otras realizaciones, ninguno de  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$  y  $R^8$  de fórmula (IX) o (XV) es o comprende hidroxilo, carboxilo, amino, epoxi, glicidilo, anhídrido, alcoxicarbonilo, aminocarbonilo, alquilaminocarbonilo, dialquilaminocarbonilo o aciloxi.

**[0115]** En algunas realizaciones, el monómero de vinilo es una olefina sustituida o no sustituida, tal como etileno o estireno, haluro de vinilo, éter vinílico, acrilonitrilo, éster acrílico, éster metacrílico, acrilamida, metacrilamida o una combinación de los mismos. En otras realizaciones, el monómero de vinilo es etileno, una  $\alpha$ -olefina o una combinación de los mismos. Algunos ejemplos no limitantes de  $\alpha$ -olefinas adecuadas incluyen estireno, propileno, 1-buteno, 1-hexeno, 1-octeno, 4-metil-1-penteno, norborneno, 1-deceno, 1,5-hexadieno y una combinación de los mismos.

**[0116]** En algunas realizaciones, el monómero de vinilo es un arilo, tal como estireno,  $\alpha$ -metilestireno, o divinilbenceno. Otros ejemplos incluyen los vinil arilos funcionalizados, tales como los descritos en la patente de EEUU n°7.041.761.

**[0117]** En algunas realizaciones, los interpolímeros de farneseno descritos en el presente documento derivan de por lo menos un farneseno y por lo menos un monómero de olefina. Una olefina se refiere a un compuesto con base de hidrocarburo insaturado con por lo menos un doble enlace carbono-carbono. En ciertas realizaciones, la olefina es un dieno conjugado. Dependiendo de la selección de los catalizadores, puede utilizarse cualquier olefina en las realizaciones de la invención. Algunos ejemplos no limitantes de olefinas adecuadas incluyen compuestos alifáticos C<sub>2-20</sub> y aromáticos C<sub>8-20</sub> que contienen una insaturación vinílica, así como compuestos cíclicos, tales como ciclobuteno, ciclopenteno, dicitlopentadieno, y norborneno, que incluyen, pero sin limitación, un norborneno sustituido en la posición 5 y 6 con grupos hidrocarbilo o ciclohidrocarbilo C<sub>1-20</sub>. Otros ejemplos no limitantes de olefinas adecuadas incluyen mezclas de dichas olefinas, así como mezclas de dichas olefinas con compuestos de diolefina C<sub>4-40</sub>.

**[0118]** Algunos ejemplos no limitante de monómeros de olefina o  $\alpha$ -olefina adecuados incluyen estireno, etileno, propileno, isobutileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, 1-deceno, y 1-dodeceno, 1-tetradeceno, 1-hexadeceno, 1-octadeceno, 1-eicoseno, 3-metil-1-buteno, 3-metil-1-penteno, 4-metil-1-penteno, 4,6-dimetil-1-hepteno, 4-vinilciclohexeno, vinilciclohexano, norbornadieno, etiliden norborneno, ciclopenteno, ciclohexeno, dicitlopentadieno, cicloocteno, dienos C<sub>4-40</sub>, incluyendo, pero sin limitación 1,3-butadieno, 1,3-pentadieno, 1,4-hexadieno, 1,5-hexadieno, 1,7-octadieno, 1,9-decadieno, otras  $\alpha$ -olefinas C<sub>4-40</sub>, y similares. En ciertas realizaciones, el monómero de olefina es propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno o una combinación de los mismos.

**[0119]** Los interpolímeros de farneseno descritos en el presente documento también pueden derivar de un farneseno y estireno. Los interpolímeros de farneseno pueden comprender además por lo menos una olefina C<sub>2-20</sub>, por lo menos una diolefina C<sub>4-18</sub>, por lo menos un alquenilbenceno, o una combinación de los mismos. Los comonómeros insaturados adecuados útiles para polimerizar con el farneseno incluyen, por ejemplo, monómeros etilénicamente insaturados, polienos, tales como dienos conjugados o no conjugados, alquenilbencenos, y similares. Los ejemplos de dichos comonómeros incluyen etileno, olefinas C<sub>2-20</sub>, tales como propileno, isobutileno, 1-buteno, 1-hexeno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, 1-deceno y similares. Otros monómeros adecuados incluyen estireno, estirenos sustituidos con halógeno o con alquilo, vinilbenzociclobutano, 1,4-hexadieno, 1,7-octadieno, y cicloalquenos, tales como ciclopenteno, ciclohexeno y cicloocteno.

**[0120]** Algunos monómeros de dieno no conjugado adecuados pueden ser dienos de hidrocarburos de cadena lineal, de cadena ramificada o cíclicos que tienen de 6 a 15 átomos de carbono. Algunos ejemplos no limitantes de dienos no conjugados adecuados incluyen dienos acíclicos de cadena lineal, tales como 1,4-hexadieno, 1,6-octadieno, 1,7-octadieno, 1,9-decadieno, dienos acíclicos de cadena ramificada, tales como 5-metil-1,4-hexadieno, 3,7-dimetil-1,6-octadieno, 3,7-dimetil-1,7-octadieno e isómeros mixtos de dihidromiriceno y dihidrocineno, dienos alicíclicos de un solo anillo, tales como 1,3-ciclopentadieno, 1, 4-ciclohexadieno, 1,5-ciclooctadieno y 1,5-ciclododecadieno, y dienos con anillos con puentes y condensados alicíclicos de múltiples anillos, tales como tetrahidroindeno, metiltetrahidroindeno, dicitlopentadieno, biciclo-(2,2,1)-hepta-2,5-dieno; alquenil-, alquiliden-,

- 5 cicloalqueniil- y cicloalquiliden-norbornenos, tales como 5-metilen-2-norborneno ( $M_NB$ ), 5-propenil-2-norborneno, 5-isopropiliden-2-norborneno, 5-(4-ciclopentenil)-2-norborneno, 5-ciclohexiliden-2-norborneno, 5-vinil-2-norborneno, y norbornadieno. De los dienos que se emplean generalmente para preparar EPDM, los dienos particularmente preferidos son 1,4-hexadieno (HD), 5-etiliden-2-norborneno (ENB), 5-viniliden-2-norborneno (VNB), 5-metilen-2-norborneno ( $M_NB$ ), y dicitopentadieno (DCPD). En ciertas realizaciones, el dieno es 5-etiliden-2-norborneno (ENB) o 1, 4-hexadieno (HD). En otras realizaciones, los interpolímeros de farneseno no derivan de un polieno, tal como dienos, trienos, tetraenos y similares.
- 10 **[0121]** En algunas realizaciones, los interpolímeros de farneseno son interpolímeros de farneseno, estireno, y una olefina  $C_{2-20}$ . Algunos ejemplos no limitantes de olefinas adecuadas incluyen etileno, propileno, isobutileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, y 1-octeno. En algunas realizaciones, los interpolímeros de farneseno descritos en el presente documento no derivan de etileno. En algunas realizaciones, los interpolímeros de farneseno descritos en el presente documento no derivan de una o mas olefinas  $C_{2-20}$ .
- 15 **[0122]** En ciertas realizaciones, el monómero de vinilo no comprende un terpeno. En otras realizaciones, el monómero de vinilo no comprende un terpeno seleccionado de isopreno, dipenteno,  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, terpinoleno, limoneno (dipenteno) , terpineno, tujeno, sabineno, 3-careno, canfeno, cadineno, cariofileno, mirceno, ocimeno, cedreno, bisalbona, zingibereno, humuleno, citronelol, linalol, geraniol, nerol, ipsenol, terpineol, D-terpineol-(4), dihidrocarveol, nerolidol, farnesol, eudesmol, citral, D-citronelal, carvona, D-pulegona, piperitona, carvenona, bisaboleno, selineno, santaleno, vitamina A, ácido abiético o una combinación de los mismos. En realizaciones adicionales, el monómero de vinilo no comprende un isopreno.
- 20 **[0123]** En algunas realizaciones, el interpolímero de farneseno descrito en el presente documento es un interpolímero aleatorio. En otras realizaciones, el interpolímero de farneseno descrito en el presente documento es un interpolímero aleatorio en el que las X e Y están distribuidas aleatoriamente. En ciertas realizaciones, el interpolímero de farneseno descrito en el presente documento es un interpolímero alternante. En otras realizaciones, el interpolímero de farneseno descrito en el presente documento es un interpolímero alternante en el que las X e Y están distribuidas alternadamente. En algunas realizaciones, el interpolímero de farneseno es un interpolímero de bloques que tiene uno o más de primeros bloques que comprenden las X y uno o más de segundos bloques que comprenden las Y. En otras realizaciones, existe un primer bloque que comprende las X y dos segundos bloques que comprenden las Y y en las que el primer está entre los dos segundos bloques. En realizaciones adicionales, las Y derivan de estireno. En algunas realizaciones, el interpolímero de bloque de farneseno es un polifarneseno de dibloque poliestireno-polifarneseno, polifarneseno de tribloque poliestireno-polifarneseno-poliestireno o una combinación de los mismos.
- 25 **[0124]** En algunas realizaciones, la suma de m y n de la fórmula (A) o (A') es superior a 50, superior a 100, superior a 150, superior a 200, superior a 250, superior a 300, superior a 500, superior a 750, superior a 1000, o superior a 2000.
- 30 **[0125]** En ciertas realizaciones, el peso molecular promedio en número ( $M_n$ ), el peso molecular promedio en peso ( $M_w$ ), o el peso molecular promedio en viscosidad ( $M_z$ ) del polifarneseno descrito en el presente documento es superior a 60.000 daltons, superior a 100.000 daltons, superior a 200.000 daltons, superior a 300.000 daltons, superior a 500.000 daltons, superior a 750.000 daltons, superior a 1.000.000 daltons, superior a 1.500.000 daltons, o superior a 2.000.000 daltons. En otras realizaciones, el  $M_n$ ,  $M_w$  o  $M_z$  del polifarneseno descrito en el presente documento es inferior a 10.000.000 daltons, inferior a 5.000.000 daltons, inferior a 1.000.000 daltons, inferior a 750.000 daltons, o inferior a 500.000 daltons.
- 35 **[0126]** En algunas realizaciones, el polifarneseno descrito en el presente documento tiene por lo menos una temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) inferior a -55 °C, inferior a -60 °C, inferior a -65 °C, inferior a -70 °C, o inferior a -75 °C, medida según la ASTM D7426-08 titulada "Standard Test Method for Assignment of the DSC Procedure for Determining  $T_g$  of a Polymer or an Elastomeric Compound".
- 40 **[0127]** Se puede utilizar cualquier catalizador que pueda polimerizar o copolimerizar farneseno para producir los polifarnesenos aquí descritos. Algunos ejemplos no limitantes de catalizadores adecuados incluyen reactivos de organolitio, catalizadores de Ziegler-Natta, catalizadores de Kaminsky y otros catalizadores metalocenos. En algunas realizaciones, el catalizador es un catalizador de Ziegler-Natta, un catalizador de Kaminsky, un catalizador de metaloceno o una combinación de los mismos.
- 45 **[0128]** En algunas realizaciones, el catalizador comprende además un cocatalizador. En realizaciones adicionales, el cocatalizador es un hidruro, alquilo o arilo de un metal o una combinación de los mismos. En aún realizaciones adicionales, el metal es aluminio, litio, zinc, estaño, cadmio, berilio o magnesio.
- 50 **[0129]** En algunas realizaciones, el catalizador es un reactivo de organolitio. En el presente documento se puede utilizar cualquier reactivo de organolitio que pueda actuar como catalizador para polimerizar olefinas. Algunos ejemplos no limitantes de reactivos de organolitio adecuados incluyen n-butil litio, sec-butil litio o terc-butil litio. Algunos ejemplos no limitantes de bases de Lewis adecuadas incluyen TMEDA, PMDTA o esparteína. Algunos
- 55 **[0129]** En algunas realizaciones, el catalizador es un reactivo de organolitio. En el presente documento se puede utilizar cualquier reactivo de organolitio que pueda actuar como catalizador para polimerizar olefinas. Algunos ejemplos no limitantes de reactivos de organolitio adecuados incluyen n-butil litio, sec-butil litio o terc-butil litio. Algunos ejemplos no limitantes de bases de Lewis adecuadas incluyen TMEDA, PMDTA o esparteína. Algunos
- 60 **[0129]** En algunas realizaciones, el catalizador es un reactivo de organolitio. En el presente documento se puede utilizar cualquier reactivo de organolitio que pueda actuar como catalizador para polimerizar olefinas. Algunos ejemplos no limitantes de reactivos de organolitio adecuados incluyen n-butil litio, sec-butil litio o terc-butil litio. Algunos ejemplos no limitantes de bases de Lewis adecuadas incluyen TMEDA, PMDTA o esparteína. Algunos
- 65 **[0129]** En algunas realizaciones, el catalizador es un reactivo de organolitio. En el presente documento se puede utilizar cualquier reactivo de organolitio que pueda actuar como catalizador para polimerizar olefinas. Algunos ejemplos no limitantes de reactivos de organolitio adecuados incluyen n-butil litio, sec-butil litio o terc-butil litio. Algunos ejemplos no limitantes de bases de Lewis adecuadas incluyen TMEDA, PMDTA o esparteína. Algunos

reactivos de organolitio se describen en Zvi Rappoport et al., "The Chemistry of Organolithium Compounds," Parte 1 (2004) y Vol. 2 (2006).

**[0130]** En algunas realizaciones, el catalizador es una mezcla de un reactivo de organolitio y una base de Lewis. En el presente documento, se puede utilizar cualquier base de Lewis que pueda disgregar reactivos de organolitio, haciéndolos más solubles y más reactivos. Un reactivo de organolitio agregado tiene en general un litio que se coordina a más de un átomo de carbono y un carbono que se coordina a más de un átomo de litio. Algunos ejemplos no limitantes de bases de Lewis adecuadas incluyen 1,2-bis(dimetilamino) etano (también conocido como tetrametiletilendiamina o TMEDA), N, N, N', N', N"-pentametildietilentriamina (PMDTA), esparteína y combinaciones de los mismos.

**[0131]** En algunas realizaciones, el catalizador es un catalizador de Ziegler-Natta. En general, los catalizadores de Ziegler-Natta pueden ser heterogéneos u homogéneos. En algunas realizaciones, el catalizador de Ziegler-Natta utilizado para polimerizar los polifarnesenos aquí descritos es un catalizador de Ziegler-Natta heterogéneo. Algunos catalizadores de Ziegler-Natta útiles se describen en J. Boor, "Ziegler-Natta Catalysts and Polymerizations," Saunders College Publishing, pág. 1-687 (1979); y Malcolm P. Stevens, "Polimer Chemistry, an Introduction," Tercera Edición, Oxford University Press, pág. 236-245 (1999).

**[0132]** Los catalizadores de Ziegler-Natta heterogéneos comprenden en general (1) un compuesto de metal de transición que comprende un elemento de los grupos IV a VIII; y (2) un compuesto organometálico que comprende un metal de los grupos I a III de la tabla periódica. El compuesto de metal de transición se refiere como el catalizador, mientras que el compuesto organometálico se considera como cocatalizador o activador. El compuesto de metal de transición comprende en general un metal y uno o más aniones y ligandos. Algunos ejemplos no limitantes de metales adecuados incluyen titanio, vanadio, cromo, molibdeno, zirconio, hierro y cobalto. Algunos ejemplos no limitantes de aniones o ligandos adecuados incluyen haluros, oxihaluros, alcoxi, acetilacetoniolo, ciclopentadieniolo y fenilo.

**[0133]** En el presente documento puede utilizarse cualquier cocatalizador o activador que pueda ionizar el complejo organometálico para producir un catalizador de la polimerización de olefinas activo. En general, los cocatalizadores organometálicos son hidruros, alquilos o arilos de metales, tales como aluminio, litio, zinc, estaño, cadmio, berilio, y magnesio. Algunos ejemplos no limitantes de cocatalizadores adecuados incluyen alumoxanos (metilalumoxano (MAO), PMAO, etilalumoxano, diisobutilalumoxano), compuestos de alquilaluminio (trimetilaluminio, trietilaluminio, cloruro de dietilaluminio, trimetilaluminio, trisobutilaluminio, trioctilaluminio), dietilzinc, di(i-butil) zinc, di(n-hexil) zinc, y etilzinc (t-butóxido), y similares. Otros cocatalizadores adecuados incluyen sales de ácidos que contienen aniones no nucleófilos. Estos compuestos en general consisten en ligandos voluminosos unidos a boro o aluminio. Algunos ejemplos no limitantes de dichos compuestos incluyen tetrakis(pentafluorofenil)borato de litio, tetrakis(pentafluorofenil)aluminato de litio, tetrakis(pentafluorofenil)borato de anilino, y similares. Algunos ejemplos no limitantes de cocatalizadores adecuados también incluyen organoboranos, que incluyen boro y uno o más grupos alquilo, arilo, o aralquilo. Otros ejemplos no limitantes de cocatalizadores adecuados incluyen triaril- y triarilboranos sustituidos y no sustituidos, tales como tris(pentafluorofenil)borano, trifenilborano, tri-n-octilborano, y similares. Estos y otros cocatalizadores o activadores que contienen boro adecuados se describen en las patentes de EEUU n°s. 5.153.157, 5.198.401, y 5.241.025.

**[0134]** En ciertas realizaciones, el catalizador de Ziegler-Natta se puede impregnar sobre un material de soporte. Algunos materiales de soporte adecuados se describen en Malcolm P. Stevens, "Polimer Chemistry, an Introduction," Tercera Edición, Oxford University Press, p. 251 (1999).

**[0135]** El material de soporte es en general un material inerte o sustancialmente inerte a las reacciones de polimerización de olefinas. Ejemplos de materiales adecuados no limitantes incluyen  $MgCl_2$ ,  $MgO$ , alúmina, tal como alúmina activada y alúmina microgel, sílica, magnesita, kieselguhr, tierra de fuller, arcillas, silicatos de alúmina, haluros y oxihaluros de tierras raras porosos, y combinaciones de los mismos. El material de soporte puede tener un área superficial entre  $5 \text{ m}^2/\text{g}$  y  $450 \text{ m}^2/\text{g}$ , determinado mediante el método de BET (Brunauer-Emmett-Teller) de medición del área superficial, tal como se describe por S. Brunauer, P. H. Emmett, y E. Teller, Journal of the American Chemical Society, 60, 309 (1938). En algunas realizaciones, el área superficial del material de soporte está entre  $10 \text{ m}^2/\text{g}$  y  $350 \text{ m}^2/\text{g}$ . En realizaciones adicionales, el área superficial del material de soporte está entre  $25 \text{ m}^2/\text{g}$  y  $300 \text{ m}^2/\text{g}$ .

**[0136]** El material de soporte puede tener un tamaño de partícula promedio que varía de 20 a 300 micras, de 20 a 250 micras, de 20 a 200 micras, de 20 a 150 micras, de 20 a 120 micras, de 30 a 100 micras, o de 30 a 90 micras. La densidad global compactada o presionada del material de soporte del material de soporte puede variar entre 0,6 y 1,6 g/cc, entre 0,7 y 1,5 g/cc, entre 0,8 y 1,4 g/cc, o entre 0,9 y 1,3 g/cc.

**[0137]** En ciertas realizaciones, el catalizador utilizado en el presente documento es o comprende un catalizador de Kaminsky, también conocido como catalizador de Ziegler-Natta homogéneo. El catalizador de Kaminsky se puede utilizar para producir poliolefinas, tales como los polifarnesenos descritos en el presente documento con propiedades estructurales y físicas únicas. Algunos catalizadores de Kaminsky o catalizadores de Ziegler-Natta heterogéneos se

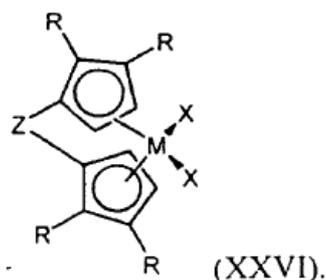
describen en Malcolm P. Stevens, "Polimer Chemistry, an Introduction," Tercera Edición, Oxford University Press, pág. 245-251 (1999); y John Scheirs y Walter Kaminsky, "Metallocene-Based Poliolefins: Preparation, Properties, and Technology," Volume 1, Wiley (2000).

5 **[0138]** En algunas realizaciones, el catalizador de Kaminsky adecuado para producir el polifarneseno descrito en el presente documento comprende un átomo de metal de transición atrapado entre estructuras anulares de ferroceno. En otras realizaciones, el catalizador de Kaminsky se puede representar por la fórmula  $Cp_2MX_2$ , donde M es un metal de transición (por ejemplo, Zr, Ti o Hf); X es halógeno (por ejemplo, Cl), alquilo o una combinación de los mismos; y Cp es un grupo ferrocenilo. En realizaciones adicionales, el catalizador de Kaminsky tiene la fórmula (XXVI):

10

15

20

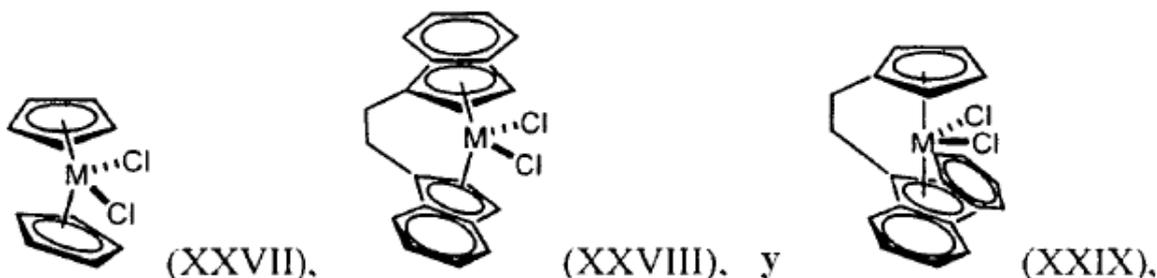


25

en la que Z es un grupo puente divalente opcional, normalmente  $C(CH_3)_2$ ,  $Si(CH_3)_2$ , o  $CH_2CH_2$ ; R es H o alquilo; M es un metal de transición (por ejemplo, Zr, Ti o Hf); X es halógeno (por ejemplo, Cl), alquilo o una combinación de los mismos. Algunos ejemplos no limitantes de catalizadores de Kaminsky tienen las fórmulas (XXVII) a (XXIX):

30

35



40

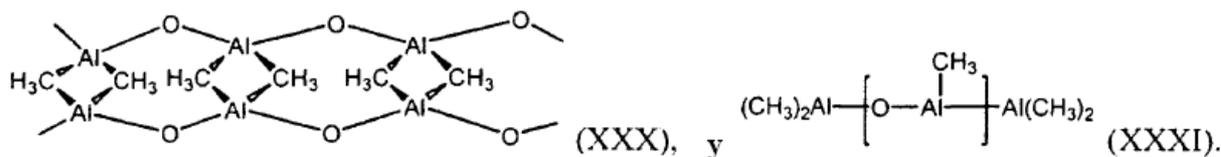
en las que M es Zr, Hf o Ti.

45

**[0139]** En algunas realizaciones, se utiliza un cocatalizador con el catalizador de Kaminsky. El cocatalizador puede ser cualquiera de los cocatalizadores descritos en el presente documento. En ciertas realizaciones, el cocatalizador es metilaluminoxano (MAO). MAO es un compuesto oligomérico que tiene la fórmula general  $(CH_3AlO)_n$ , en la que n es de 1 a 10. MAO puede jugar varios papeles: alquila el precursor de metaloceno mediante la sustitución de átomos de cloro por grupos metilo; produce la pareja de iones activos catalíticos  $Cp_2MCH_3^+/MAO^-$ , en la que el grupo catiónico se considera responsable para la polimerización y  $MAO^-$  actúa como anión de coordinación débil. Algunos ejemplos no limitantes de MAO incluyen las fórmulas (XXX) a (XXXI):

50

55



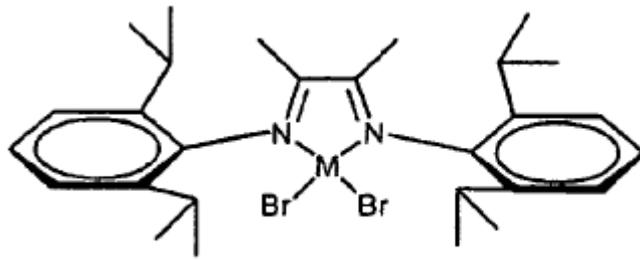
60

**[0140]** En ciertas realizaciones, el catalizador para producir el polifarneseno descrito en el presente documento es o comprende un catalizador de metaloceno. Algunos catalizadores de metaloceno se describen en Tae Oan Ahn et al., "Modification of a Ziegler-Natta catalyst with un catalizador de metaloceno and its olefin polymerization behavior," Polimer Engineering and Science, 39(7), p. 1257 (1999); y John Scheirs y Walter Kaminsky, "Metallocene-Based Poliolefins: Preparation, Properties, and Technology," Volumen 1. Wiley (2000).

65

**[0141]** En otras realizaciones, el catalizador de metaloceno comprende complejos con un centro de metal de transición que comprende un metal de transición, tal como Ni y Pd, y ligandos neutros voluminosos que comprenden alfa-diimina o dicetimina. En realizaciones adicionales, el catalizador de metaloceno tiene la fórmula (XXXII):

5



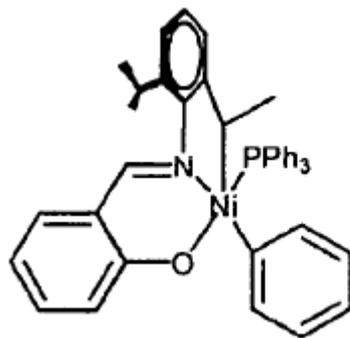
(XXXII),

en la que M es Ni o Pd.

15

**[0142]** En algunas realizaciones, el catalizador utilizado en el presente documento es o comprende un catalizador de metaloceno que porta ligandos bidentados monoaniónicos. Un ejemplo no limitante de dicho catalizador de metaloceno tiene la estructura (XXXIII):

20



25

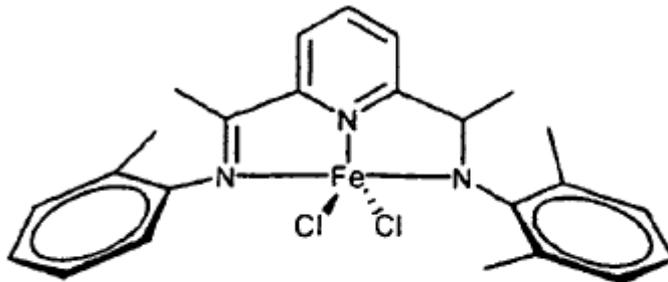
30

(XXXIII).

35

**[0143]** En otras realizaciones, el catalizador utilizado en el presente documento es o comprende un catalizador de metaloceno que comprende hierro y un piridilo está incorporado ente dos grupos imina produciendo un ligando tridentado. Un ejemplo no limitante de dicho catalizador de metaloceno tiene la estructura (XXXIV):

40



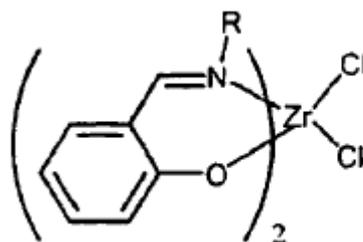
45

(XXXIV).

50

**[0144]** En algunas realizaciones, el catalizador utilizado en el presente documento es o comprende un catalizador de metaloceno que comprende un sistema de catalizadores de salicilimina basado en zirconio. Un ejemplo no limitante de dicho catalizador de metaloceno tiene la estructura (XXXV):

55



60

(XXXV).

65

**[0145]** En algunas realizaciones, el homopolímero de farneseno descrito en el presente documento se prepara mediante un proceso que comprende las etapas de:

(a) producir un farneseno a partir de un azúcar simple o una fuente de carbono no fermentable mediante la utilización de un microorganismo; y  
 (b) polimerizar el farneseno en presencia de un catalizador descrito en el presente documento.

5 **[0146]** En ciertas realizaciones, el polifarneseno descrito en el presente documento se prepara mediante un proceso que comprende las etapas de (a) producir un farneseno a partir de un azúcar simple o una fuente de carbono no fermentable mediante la utilización de un microorganismo; y  
 (b) copolimerizar el farneseno y por lo menos un monómero de vinilo en presencia de un catalizador descrito en el presente documento.

10 **[0147]** En algunas realizaciones, the polifarneseno descrito en el presente documento se prepara mediante la polimerización de  $\beta$ -farneseno en presencia de un catalizador, en el que la cantidad de la microestructura cis-1,4 en el polifarneseno es como máximo 80% en peso, como máximo 75% en peso, como máximo 70% en peso, como máximo 65% en peso, o como máximo 60% en peso, en base al peso total del polifarneseno. En algunas realizaciones, el  $\beta$ -farneseno se copolimeriza con un monómero de vinilo para formar un copolímero de farneseno. En otras realizaciones, el monómero de vinilo es estireno. En realizaciones adicionales, el copolímero de farneseno es un copolímero de bloque.

20 **[0148]** En ciertas realizaciones, el polifarneseno descrito en el presente documento se prepara mediante la polimerización de un  $\alpha$ -farneseno en presencia de un catalizador, en el que la cantidad de la microestructura de cis-1,4 en el polifarneseno es de 1% en peso a 99% en peso, de 10% en peso a 99% en peso, de 20% en peso a 99% en peso, de 30% en peso a 99% en peso, de 40% en peso a 99% en peso, de 50% en peso a 99% en peso, de 1% en peso a 99% en peso, de 1% en peso a 90% en peso, de 1% en peso a 80% en peso, de 1% en peso a 70% en peso, o de 1% en peso a 60% en peso, en base al peso total del polifarneseno. En algunas realizaciones, el  $\alpha$ -farneseno se copolimeriza con un monómero de vinilo para formar un copolímero de farneseno. En otras realizaciones, el monómero de vinilo es estireno. En realizaciones adicionales, el copolímero de farneseno es un copolímero de bloque.

30 **[0149]** En algunas realizaciones, el polifarneseno descrito en el presente documento se puede hidrogenar parcialmente o completamente por cualquier agente de hidrogenación conocido por un experto en la materia. Por ejemplo, se puede preparar un polifarneseno saturado mediante (a) la polimerización de un farneseno descrito en el presente documento en presencia de un catalizador descrito en el presente documento para formar un polifarneseno; y (b) hidrogenar por lo menos una parte de los dobles enlaces en el polifarneseno en presencia de un reactivo hidrogenador. En algunas realizaciones, el farneseno se copolimeriza con un monómero de vinilo descrito en el presente documento para formar un copolímero de farneseno. En otras realizaciones, el monómero de vinilo es estireno. En realizaciones adicionales, el copolímero de farneseno es un copolímero de bloque. En otras realizaciones adicionales, el farneseno es  $\alpha$ -farneseno o  $\beta$ -farneseno o una combinación de los mismos.

40 **[0150]** En ciertas realizaciones, el reactivo de hidrogenación es hidrógeno en presencia de un catalizador de hidrogenación. En algunas realizaciones, el catalizador de hidrogenación es Pd, Pd/C, Pt, PtO<sub>2</sub>, Ru(PPh<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, níquel Raney o una combinación de los mismos. En una realización, el catalizador es un catalizador de Pd. En otra realización, el catalizador es 5% Pd/C. En una realización adicional, el catalizador es 10% Pd/C en recipiente de reacción a alta presión y la reacción de hidrogenación se deja proceder hasta completarse. En general, después de completarse, la mezcla de reacción se puede lavar, concentrar y sacar para producir el correspondiente producto hidrogenado. Alternativamente, también se puede utilizar cualquier agente reductor que pueda reducir un enlace C=C a un enlace C-C. Por ejemplo, el polifarneseno se puede hidrogenar mediante el tratamiento con hidrazina en presencia de un catalizador, tal como perclorato de 5-etil-3-metil lumiflavinio, bajo una atmósfera de oxígeno para producir los correspondientes productos hidrogenados. La reacción de reducción con hidrazina se describe en Imada et al., J. Am. Chem. Soc., 127, 14544- 14545 (2005) .

50 **[0151]** En algunas realizaciones, por lo menos una parte de los enlaces C=C del polifarneseno descrito en el presente documento se reduce a los correspondientes enlaces C-C mediante hidrogenación en presencia de un catalizador e hidrógeno a temperatura ambiente. En otras realizaciones, por lo menos una parte de los enlaces C=C de una o más fórmulas (I')-(III'), (V')-(VII'), y (XI)-(XIV) y estereoisómeros de los mismos se reduce a los correspondientes enlaces C-C mediante hidrogenación en presencia de un catalizador e hidrógeno a temperatura ambiente. En realizaciones adicionales, el catalizador de hidrogenación es 10% Pd/C.

60 **[0152]** En ciertas realizaciones, el monómero de vinilo es estireno. En algunas realizaciones, el farneseno es  $\alpha$ -farneseno o  $\beta$ -farneseno o una combinación de los mismos. En otras realizaciones, el farneseno se prepara mediante la utilización de un microorganismo. En realizaciones adicionales, el farneseno deriva de un azúcar simple o una fuente de carbono no fermentable mediante

### Farneseno

65 **[0153]** El farneseno puede derivarse de cualquier fuente o prepararse mediante cualquier método conocido por un experto en la materia. En algunas realizaciones, el farneseno se deriva de una fuente química (por ejemplo, petróleo

o carbón) o se obtiene mediante un método sintético químico. En otras realizaciones, el farneseno se prepara mediante destilación fraccionada del petróleo o alquitrán de hulla. En realizaciones adicionales, el farneseno se prepara mediante cualquier método sintético químico conocido. Un ejemplo no limitante de un método sintético químico adecuado incluye deshidratar el nerolidol con cloruro de fosforilo en piridina, según se describe en el artículo de Anet E.F.L.J., "Synthesis of (E, Z) - $\alpha$ -, (Z, Z) - $\alpha$ -, and (Z) - $\beta$ -farnesene", Aust. J. Chem., 23 (10), 2101-2108 (1970).

**[0154]** En algunas realizaciones, el farneseno puede obtenerse o derivarse de terpenos naturales que pueden ser producidos por una amplia diversidad de plantas, tales como *Copaifera langsdorfii*, coníferas, y euforbias; insectos, tales como las mariposas papilionidas, crisomélidos, termitas, y moscas de sierra; y organismos marinos, tales como algas, esponjas, corales, moluscos, y peces.

**[0155]** *Copaifera langsdorfii*, o copaiba también se conoce como árbol del diesel y árbol del queroseno. Tiene muchos nombres en los idiomas locales, incluyendo kupa'y, cabismo, y copaúva. La copaiba puede producir gran cantidad de hidrocarburos de terpeno en su madera y hojas. En general, una copaiba puede producir de aproximadamente 30 a aproximadamente 40 litros de aceite de terpeno anuales.

**[0156]** Los aceites de terpeno también pueden obtenerse de coníferas y euforbias. Las coníferas pertenecen a la división vegetal Pinophyta o Coniferae y en general son plantas con conos que portan semillas con tejido vascular. La mayoría de las coníferas son árboles, pero algunas coníferas pueden ser arbustos. Algunos ejemplos no limitantes de coníferas adecuadas incluyen cedros, cipreses, abetos de Douglas, abetos, enebros, kauris (*Agathis australis*), alerces, pinos, secuoyas, piceas, y tejos. Las euforbias son un genero de plantas muy diverso distribuido en todo el mundo, que pertenecen a la familia Euphorbiaceae. Está formada por aproximadamente 2160 especies, y las euforbias son uno de los géneros más grandes del reino vegetal.

**[0157]** El farneseno es un sesquiterpeno que es parte de una clase de compuestos más amplia denominada terpenos. Los terpenos, una clase amplia y variada de hidrocarburos, incluyen los hemiterpenos, los monoterpenos, los sesquiterpenos, los diterpenos, los sesterterpenos, los triterpenos, los tetraterpenos, y los politerpenos. Como resultado, el farneseno puede aislarse o derivarse de aceites de terpeno para su uso en la presente invención.

**[0158]** En ciertas realizaciones, el farneseno deriva de una fuente biológica. En otras realizaciones, el farneseno puede obtenerse a partir de una fuente de carbono renovable fácilmente disponible. En otras realizaciones, el farneseno se prepara poniendo en contacto una célula capaz de fabricar un farneseno con una fuente de carbono bajo condiciones adecuadas para fabricar el farneseno.

**[0159]** En el presente documento puede utilizarse cualquier fuente de carbono que pueda convertirse en uno o más compuestos isoprenoides. En algunas realizaciones, la fuente de carbono es un azúcar o una fuente de carbono no fermentable. El azúcar puede ser cualquier azúcar conocido por los expertos en la materia. En ciertas realizaciones, el azúcar es un monosacárido, un disacárido, un polisacárido o una combinación de los mismos. En otras realizaciones, el azúcar es un azúcar simple (un monosacárido o un disacárido). Algunos ejemplos no limitantes de monosacáridos útiles incluyen la glucosa, la galactosa, la manosa, la fructosa, la ribosa y combinaciones de las mismas. Algunos ejemplos no limitantes de disacáridos adecuados incluyen la sacarosa, la lactosa, la maltosa, la trehalosa, la celobiosa y combinaciones de las mismas. En otras realizaciones, el azúcar simple es sacarosa. En ciertas realizaciones, el componente de combustible biomodificado puede obtenerse a partir de un polisacárido. Algunos ejemplos no limitantes de polisacáridos útiles incluyen almidón, glucógeno, celulosa, quitina y combinaciones de los mismos.

**[0160]** El azúcar adecuado para producir el farneseno puede encontrarse en una amplia variedad de cultivos o fuentes. Algunos ejemplos no limitantes de cultivos o fuentes adecuados incluyen la caña de azúcar, bagazo, *Miscanthus*, remolacha azucarera, sorgo, sorgo en grano, *Panicum virgatum*, cebada, cáñamo, kenaf (*Hibiscus cannabinus*), patatas, boniato, mandioca, girasol, fruta, melaza, suero o leche desnatada, maíz, rastrojos, granos, trigo, madera, papel, paja, algodón, muchos tipos de residuos de celulosa, y otros tipos de biomasa. En ciertas realizaciones, los cultivos o fuentes adecuados incluyen caña de azúcar, remolacha azucarera, y maíz. En otras realizaciones, la fuente de azúcar es jugo de caña o melaza.

**[0161]** Una fuente de carbono no fermentable es una fuente de carbono que no puede ser convertida por el organismo en etanol. Algunos ejemplos no limitantes de fuentes de carbono no fermentables adecuadas incluyen acetato y glicerol.

**[0162]** En ciertas realizaciones, el farneseno puede prepararse en una instalación que pueda llevar a cabo la fabricación biológica de isoprenoides C<sub>15</sub>. La instalación puede comprender cualquier estructura útil para preparar los isoprenoides C<sub>15</sub>, tales como  $\alpha$ -farneseno,  $\beta$ -farneseno, nerolidol o farnesol, utilizando un microorganismo. En algunas realizaciones, la instalación biológica comprende una o más de las células descritas en el presente documento. En otras realizaciones, la instalación biológica comprende un cultivo celular que comprende por lo menos un isoprenoide C<sub>15</sub> en una cantidad de por lo menos el 1% en peso, por lo menos el 5% en peso, por lo menos el 10% en peso, por lo menos el 20% en peso, o por lo menos el 30% en peso, basado en el peso total del cultivo celular. En otras realizaciones, la instalación biológica comprende un fermentador que comprende una o más

células descritas en el presente documento.

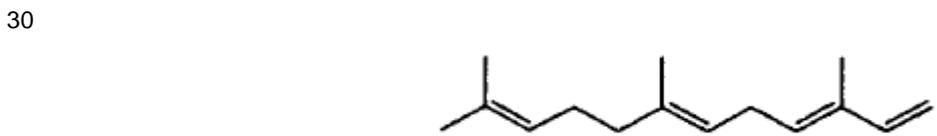
**[0163]** En el presente documento puede utilizarse cualquier fermentador que proporcione un entorno estable y óptimo a las células o bacterias, en el que puedan crecer o reproducirse. En algunas realizaciones, el fermentador comprende un cultivo que comprende una o más de las células descritas en el presente documento. En otras realizaciones, el fermentador comprende un cultivo celular capaz de producir de modo biológico pirofosfato de farnesilo (FPP). En realizaciones adicionales, el fermentador comprende un cultivo celular capaz de producir de modo biológico difosfato de isopentenilo (IPP). En realizaciones adicionales, el fermentador comprende un cultivo celular que comprende por lo menos un isoprenoide C<sub>15</sub> en una cantidad de por lo menos el 1% en peso, por lo menos el 5% en peso, por lo menos el 10% en peso, por lo menos el 20% en peso, o por lo menos el 30% en peso, basado en el peso total del cultivo celular.

**[0164]** La instalación puede comprender también cualquier estructura capaz de fabricar el componente de combustible o el aditivo de combustible a partir del isoprenoide C<sub>15</sub>, tal como α-farneseno, β-farneseno, nerolidol o farnesol. La estructura puede comprender un reactor para deshidratar el nerolidol o el farnesol para producir un α-farneseno o un β-farneseno. En el presente documento puede utilizarse cualquier reactor que pueda emplearse para convertir un alcohol en un alqueno bajo condiciones conocidas por los expertos en la técnica. El reactor puede comprender un catalizador de deshidratación descrito en el presente documento. En algunas realizaciones, la estructura comprende también un mezclador, un recipiente, y una mezcla de los productos de deshidratación procedentes de la etapa de deshidratación.

**[0165]** El proceso biosintético para fabricar compuestos isoprenoides C<sub>15</sub> se describe en la patente de EEUU n° 7.399.323; la solicitud de EEUU n° US 2008/0274523; y las publicaciones PCT n° WO 2007/140339 y WO 2007/139924, que se incorporan en la presente por referencia.

α-Farneseno

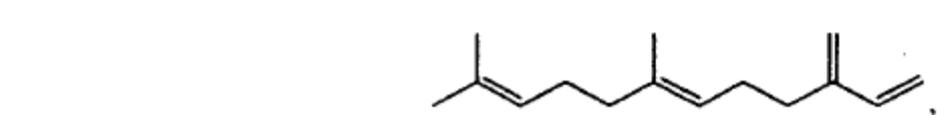
**[0166]** El α-farneseno, cuya estructura es:



se encuentra en diversas fuentes biológicas que incluyen, pero sin limitación, la glándula de Dufour en hormigas y en el recubrimiento de la piel de manzanas y peras. Desde el punto de vista bioquímico, el α-farneseno se produce a partir de FPP mediante la α-farneseno sintasa. Algunos ejemplos no limitantes de secuencias de nucleótidos adecuadas que codifican dicha enzima incluyen DQ<sup>3</sup>09034 (*Pyrus communis* cultivar d'Anjou) y AY182241 (*Malus domestica*). Véase Pechouus et al., *Planta*, 219 (1) :84-94 (2004).

β-Farneseno

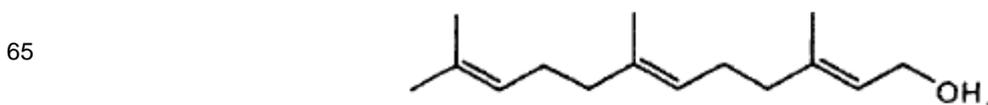
**[0167]** El β-farneseno, cuya estructura es:



se encuentra en diversas fuentes biológicas que incluyen, pero sin limitación, afidos y aceites esenciales, tales como aceite de menta. En algunas plantas, tales como la patata silvestre, el β-farneseno se sintetiza como un repelente de insectos natural. Desde el punto de vista bioquímico, el β-farneseno se produce a partir de FPP mediante la β-farneseno sintasa. Algunos ejemplos no limitantes de secuencias de nucleótidos adecuadas que codifican dicha enzima incluyen AF024615 (*Mentha x piperita*) y AY835398 (*Artemisia annua*). Véase Piacaud et al., *Phytochemistry*, 66 (9) :961-967 (2005).

Farnesol

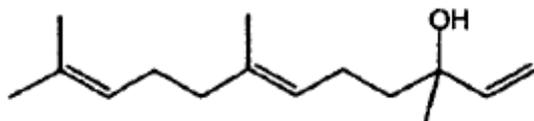
**[0168]** El farnesol, cuya estructura es:



se encuentra en diversas fuentes biológicas que incluyen insectos y aceites esenciales de citronela, neroli, ciclamen, hierba limón, tuberosa, y rosa. Desde el punto de vista bioquímico, el farnesol se produce a partir del FPP mediante una hidroxilasa, tal como farnesol sintasa. Algunos ejemplos no limitantes de secuencias de nucleótidos adecuadas que codifican dicha enzima incluyen AF529266 (*Zea mays*) e YDR<sup>4</sup>81C (*Saccharomyces cerevisiae*). Véase Song, L., *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 128:149-158 (2006).

#### Nerolidol

[0169] El nerolidol, cuya estructura es:



también se conoce como peruvicol, y se encuentra en diversas fuentes biológicas que incluyen aceites esenciales de neroli, jengibre, jazmín, lavanda, árbol del té, y hierba limón. Desde el punto de vista bioquímico, el nerolidol se produce a partir del FPP mediante una hidroxilasa, tal como nerolidol sintasa. Un ejemplo no limitante de una secuencia de nucleótidos adecuada que codifica dicha enzima incluye AF529266 de *Zea mays* (maíz, gen tps1) .

[0170] El farnesol y el nerolidol descritos en el presente documento pueden convertirse en  $\alpha$ -farneseno,  $\beta$ -farneseno o una combinación de los mismos mediante la deshidratación con un agente deshidratante o un catalizador ácido. En el presente documento se puede utilizar cualquier agente deshidratante o catalizador ácido que pueda convertir un alcohol en un alqueno. Algunos ejemplos no limitantes de agentes deshidratantes o catalizadores ácidos adecuados incluyen cloruro de fosforilo, cloruro de zinc anhidro, ácido fosfórico y ácido sulfúrico.

#### Procedimientos generales de producción de polifarnesenos

[0171] La polimerización de un farneseno o la copolimerización de un farneseno con un comonomero de vinilo se puede realizar en un intervalo amplio de temperaturas. En ciertas realizaciones, la temperatura de polimerización es de -30°C a 280°C, de 30°C a 180°C, o de 60°C a 100° C. Las presiones parciales de los comonomeros de vinilo pueden variar de 15 psig (0,1 MPa) a 50.000 psig (245 MPa), de 15 psig (0,1 MPa) a 25.000 psig (172,5 MPa), de 15 psig (0,1 MPa) a 10.000 psig (69 MPa), de 15 psig (0,1 MPa) a 5.000 psig (34,5 MPa) o de 15 psig (0,1 MPa) a 1.000 psig (6.9 MPa).

[0172] La concentración del catalizador utilizado para producir los polifarnesenos descritos en el presente documento depende de muchos factores. En alguna realización, la concentración varía de 0,01 micromoles por litro a 100 micromoles por litro. El tiempo de polimerización depende del tipo de proceso, la concentración del catalizador, y otros factores. En general, el tiempo de polimerización es de varios minutos a varias horas.

[0173] A continuación se resume un ejemplo no limitante de procedimiento de polimerización en solución. Se puede añadir un farneseno, tal como  $\beta$ -farneseno, a un disolvente, tal como ciclohexano, para formar una solución en un reactor que puede estar opcionalmente bajo una atmósfera nitrógeno o argón. La solución se puede secar sobre un agente desecante, tal como tamices moleculares. Se puede añadir en el reactor un catalizador descrito en el presente documento, tal como un reactivo de organolitio y/o una base de Lewis, y a continuación el reactor se calienta hasta una temperatura elevada hasta que se consume todo o una parte sustancial del farneseno. A continuación, el homopolímero de farneseno se puede precipitar a partir de la mezcla de reacción y secarse en una estufa al vacío.

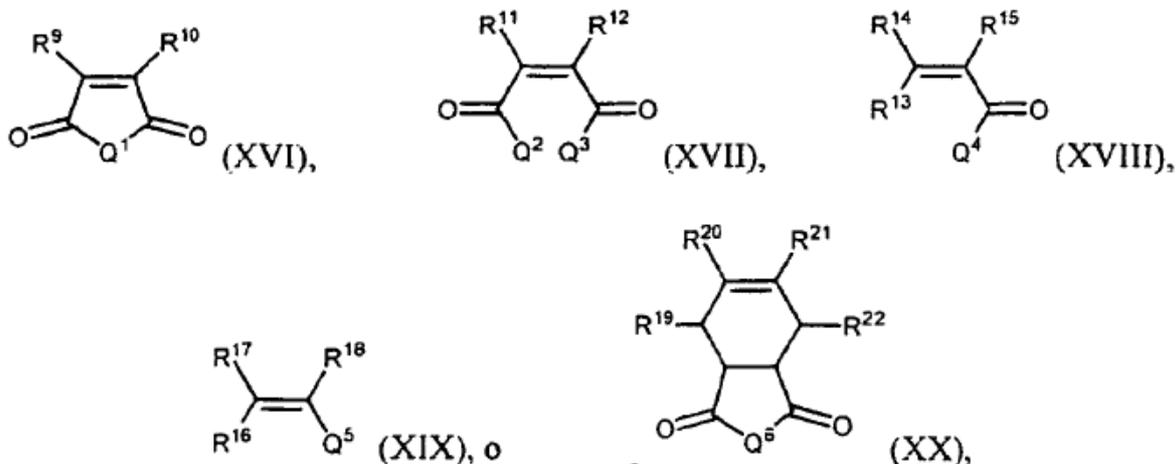
[0174] A continuación se resume un ejemplo no limitante de procedimiento de polimerización en solución para un interpolímero de farneseno. Se puede añadir un farneseno, tal como  $\beta$ -farneseno, a un disolvente, tal como ciclohexano, para formar una solución de farneseno en un reactor que puede estar opcionalmente bajo una atmósfera nitrógeno o argón. La solución de farneseno se puede secar sobre un agente desecante, tal como tamices moleculares. En un segundo reactor, opcionalmente bajo una atmósfera de nitrógeno o argón, se prepara de manera similar una solución de estireno en ciclohexano al 10% y se seca sobre un agente de secado, tal como tamices moleculares. El estireno se polimeriza mediante un catalizador, tal como un reactivo organolitio a una temperatura elevada hasta que se consume todo o una parte sustancial del estireno. A continuación, la solución de farneseno se transfiere al segundo reactor. Se deja reaccionar hasta que se consume todo o una parte sustancial del farneseno. A continuación, se añade un agente de acoplamiento de diclorosilano (por ejemplo, diclorodimetilsilano en 1,2-dicloroetano) en el segundo reactor para formar un polifarneseno.

#### Polifarneseno modificados

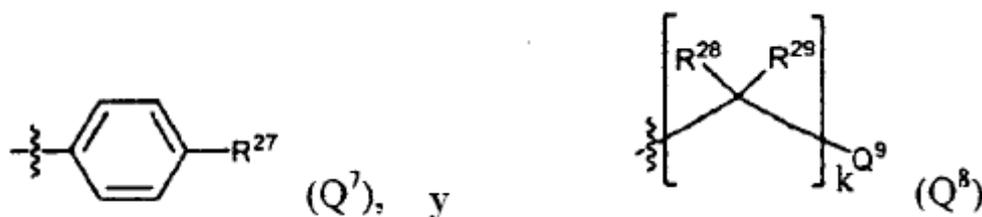
[0175] Los polifarnesenos descritos en el presente documento se pueden modificar mediante la incorporación en sus estructuras poliméricas de por lo menos un modificador que tiene por lo menos un grupo funcional para formar polifarnesenos modificados. En el presente documento se puede utilizar cualquier grupo funcional que pueda reaccionar con uno o más de los grupos terminales reactivos de los polímeros de condensación descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, el grupo funcional es o comprende hidroxilo, carboxilo, amino, epoxi, glicidilo, anhídrido o una combinación de los mismos.

[0176] En ciertas realizaciones, el polifarneseno modificado se prepara mediante la reacción de un polifarneseno descrito en el presente documento con por lo menos un modificador en presencia de un iniciador de injerto o radiación o una combinación de los mismos. En el presente documento se puede utilizar cualquier radiación descrita en el presente documento para reticular el polifarneseno. Como iniciador del injerto se puede utilizar cualquier iniciador de radicales libres descrito en el presente documento para reticular polifarnesenos. En ciertas realizaciones, el iniciador de injerto es un peróxido de alquilo, un peróxido de diacilo, un peroxiéster, una peroxiacetona, azobisisobutironitrilo o una combinación de los mismos. En otras realizaciones, el iniciador de injerto es peróxido de benzilo, peróxido de dicumilo, peróxido de dilaurilo, peroxiacetato de terc-butilo, azobisisobutironitrilo o una combinación de los mismos.

[0177] Como modificador para preparar el polifarneseno modificado se puede utilizar cualquier compuesto que tenga por lo menos un doble enlace y por lo menos un grupo funcional descrito en el presente documento. En algunas realizaciones, el modificador tiene las fórmulas (XVI), (XVII), (XVIII), (XIX) o (XX):



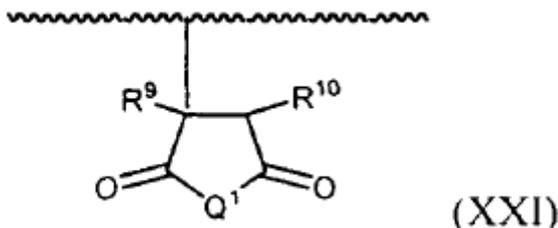
es S, NR<sup>23</sup> o N-Q<sup>7</sup>, en el que Q<sup>1</sup> y Q<sup>6</sup> son independientemente O, S, NR<sup>23</sup> o N-Q<sup>7</sup>; cada uno de Q<sup>2</sup>, Q<sup>3</sup>, Q<sup>4</sup> y Q<sup>5</sup> es independientemente halógeno, Q<sup>8</sup>, NR<sup>24</sup>R<sup>25</sup>, OR<sup>26</sup> o O-Q<sup>8</sup>; Q<sup>7</sup> y Q<sup>8</sup> tienen respectivamente las siguientes fórmulas:



en los que k es un número entero de 1 a 10; y Q<sup>9</sup> es OH, NH<sub>2</sub>, NHR<sup>30</sup>, carboxilo, epoxi o glicidilo; y cada uno de R<sup>9</sup> a R<sup>30</sup> es independientemente H, alquilo C<sub>1-20</sub>, alquenilo C<sub>1-20</sub>, alquinilo C<sub>1-20</sub>, cicloalquilo, arilo, aralquilo, alcarilo, OH, NH<sub>2</sub>, carboxilo, epoxi o glicidilo, o R<sup>19</sup> y R<sup>22</sup> juntos forman un grupo -(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>-, en el que m es un número entero de 1 a 6, y en el que cada uno de alquilo C<sub>1-20</sub>, alquenilo C<sub>1-20</sub>, alquinilo C<sub>1-20</sub>, cicloalquilo, arilo, aralquilo, alcarilo, epoxi, glicidilo y -(CH<sub>2</sub>)<sub>m</sub>- está opcionalmente sustituido.

[0178] En ciertas realizaciones, el modificador tiene la fórmula (XVI). Algunos ejemplos no limitantes de los modificadores que tienen fórmula (XVI) incluyen maleimida, anhídrido maleico, anhídrido citracónico, anhídrido itacónico y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, el polifarneseno modificado preparado a partir del modificador que tiene la fórmula (XVI) tiene la fórmula (XXI):

5



10

en el que  $R^9$ ,  $R^{10}$  y  $Q^1$  son tal como se definen en el presente documento y

15

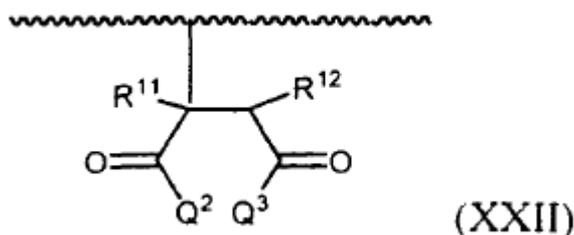
es un polifarneseno que tiene la fórmula (A). En algunas realizaciones, el modificador está unido a una de las fórmulas (I)-(VIII) de fórmula (A). En otras realizaciones, el modificador está unido a uno de  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$  y  $R^4$  de fórmula (A).

20

**[0179]** En algunas realizaciones, el modificador tiene la fórmula (XVII). Algunos ejemplos no limitantes de los modificadores que tienen la fórmula (XVII) incluyen ácido mesacónico, ácido maleico, ácido fumárico, cloruro de malenilo, maleato de monometilo, maleato de dimetilo, maleato de glicidilo, maleato de dipropilo, maleato de diisobutilo, maleato de dihexilo, maleato de dibencilo, maleato de p-clorofenil metilo, maleato de feniletilo, maleato de dicitopentilo y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, el polifarneseno modificado preparado a partir del modificador que tiene la fórmula (XVII) tiene la fórmula (XXII):

25

30



35

en el que  $R^{11}$ ,  $R^{12}$ ,  $Q^2$  y  $Q^3$  son tal como se definen en el presente documento y

40

es un polifarneseno que tiene la fórmula (A). En algunas realizaciones, el modificador está unido a una de las fórmulas (I)-(VIII) de fórmula (A). En otras realizaciones, el modificador está unido a uno de  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$  y  $R^4$  de fórmula (A).

45

**[0180]** En ciertas realizaciones, el modificador tiene la fórmula (XVIII). Algunos ejemplos no limitantes de los modificadores que tienen fórmula (XVIII) incluyen ácido metacrílico, ácido acrílico, ácido itacónico, metacrilato de 2-hidroxi-etilo, metacrilato de 2-hidroxi-propilo, metacrilato de 3-hidroxi-propilo, metacrilato de 3-hidroxi-butilo, metacrilato de 4-hidroxi-butilo, aducto con caprolactona de metacrilato de 2-hidroxi-etilo, aducto con óxido de etileno de metacrilato de 2-hidroxi-etilo, aducto con óxido de propileno de metacrilato de 2-hidroxi-etilo, acrilato de 2-hidroxi-etilo, acrilato de 2-hidroxi-propilo, acrilato de 3-hidroxi-propilo, acrilato de 3-hidroxi-butilo, acrilato de 4-hidroxi-butilo, aducto con caprolactona de acrilato de 2-hidroxi-etilo, aducto con óxido de etileno de acrilato de 2-hidroxi-etilo, aducto con óxido de propileno de acrilato de 2-hidroxi-etilo, crotonato de 2-hidroxi-etilo, crotonato de 2-hidroxi-propilo, crotonato de 3-hidroxi-propilo, crotonato de 3-hidroxi-butilo, crotonato de 4-hidroxi-butilo, crotonato de 5-hidroxi-pentilo, crotonato de 6-hidroxi-hexilo, metacrilato de glicidilo, acrilato de glicidilo, etacrilato de glicidilo, metacrilato de 3,4-epoxiciclohexilmetilo, acrilato de 3,4-epoxiciclohexilmetilo y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, el polifarneseno modificado preparado a partir del modificador que tiene la fórmula (XVIII) tiene la fórmula (XXIII A), (XXIII B) o una combinación de las mismas:

60

65



en el que R<sup>19</sup>, R<sup>20</sup>, R<sup>21</sup>, R<sup>22</sup> y Q<sup>6</sup> son tal como se definen en el presente documento y



5 es un polifarneseno que tiene la fórmula (A) . En algunas realizaciones, el modificado está unido a una de las fórmulas (I)-(VIII) de la fórmula (A). En otras realizaciones, el modificador está unido a uno de R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> de la fórmula (A) .

10 **[0183]** En algunas realizaciones, la reacción del polifarneseno con el modificador se lleva a cabo en presencia del iniciador de injerto a una temperatura de 25°C a 300°C. En otras realizaciones, la temperatura de reacción es de 25°C a 250°C, de 25°C a 200°C, de 25°C a 150°C, de 50°C a 300°C, de 50°C a 250°C, de 50°C a 200°C, de 50°C a 150°C, de 50°C a 140 °C, de 50°C a 130°C, de 50°C a 120°C, o de 50°C a 110°C.

15 **[0184]** La cantidad total del grupo funcional presente en el polifarneseno modificado puede variar, dependiendo de la proporción del polifarneseno con respecto al modificador en peso. En algunas realizaciones, la proporción del polifarneseno con respecto al modificador es de 100.000:1 a 100:10, de 100.000:1 a 100:5, de 100.000:1 a 100:4, de 100.000:1 a 100:3, de 100.000:1 a 100:2, de 100.000:1 a 100:1, de 100.000:1 a 100:0,5, de 100.000:1 a 100:0,25, de 100.000:1 a 100:0,2, o de 100.000:1 a 100:0.1 en peso.

20 **[0185]** En ciertas realizaciones, el grupo funcional está presente en una cantidad de por lo menos el 0,1% en peso, por lo menos el 0,2% en peso, por lo menos el 0,3% en peso, por lo menos el 0,4% en peso, o por lo menos el 0,5% en peso, en base al peso total del polifarneseno. En otras realizaciones, el grupo funcional está presente en una cantidad de como máximo el 10% en peso, como máximo el 5% en peso, como máximo el 4% en peso, como máximo el 3% en peso, como máximo el 2% en peso, como máximo el 1% en peso, como máximo el 0,5% en peso, como máximo el 0,25% en peso, o como máximo el 0,1% en peso, en base al peso total del polifarneseno.

25 **[0186]** La reacción entre el polifarneseno y el modificador puede llevarse a cabo en un disolvente o en estado fundido. En algunas realizaciones, la reacción se lleva a cabo en un disolvente según el siguiente procedimiento general. Se añaden un polifarneseno descrito en el presente documento (250 partes en peso) y un modificador (de 0,1 partes a 25 partes en peso) a 5000 ml de un disolvente, tal como clorobenceno y xileno. A continuación, la mezcla resultante se agita a temperatura entre 25°C y el punto de ebullición del disolvente para formar una solución de los reactivos. A continuación, se añade gota a gota una solución (750 ml) de un iniciador de injerto, tal como peróxido de benzoilo o peróxido de dicumilo (de 0,1 partes a 2,5 partes en peso) en el disolvente, a la solución de los reactivos durante un periodo de 1 hora a 16 horas, seguido de calentamiento de la mezcla de reacción a una temperatura de 30°C al punto de ebullición del disolvente durante un periodo de 1 hora a 16 horas. El polifarneseno modificado se obtiene vertiendo la mezcla de reacción en un disolvente frío, tal como acetona. El polifarneseno modificado se separa por filtración, se lava y se seca.

30 **[0187]** En ciertas realizaciones, la reacción entre el polifarneseno y el modificador se lleva a cabo en estado fundido según el siguiente procedimiento general. Se mezclan en un mezclador un polifarneseno descrito en el presente documento ( 250 partes en peso), un modificador (de 0,1 partes a 25 partes en peso), un iniciador de injertos, tal como peróxido de benzoilo o peróxido de dicumilo (de 0,1 partes a 2,5 partes en peso). La mezcla resultante se extruye en un extrusor a una velocidad de husillo de 50-200 rpm y un perfil de temperatura del cilindro que variaba de 100°C a 300°C. El extrudato se neutraliza en agua y se peletiza para formar el polifarneseno modificado en forma de pélet

#### Copolímeros de injerto que comprenden polifarnesenos modificados

35 **[0188]** Los copolímeros de injerto se pueden preparar mediante la reacción de los polifarnesenos modificados descritos en el presente documento con los polímeros de condensación descritos en el presente documento a una temperatura de 50°C a 400 °C. En algunas realizacion es, la temperatura de reacción es de 50°C a 350°C, de 50°C a 300°C, de 50°C a 250°C, de 100°C a 400°C, de 100°C a 350°C, de 100°C a 300°C, de 100°C a 250°C, de 100 °C a 200°C, de 150°C a 400°C, de 150°C a 350°C, o de 150 °C a 300°C. La reacción se puede catalizar mediante un catalizador ácido o básico.

40 **[0189]** La reacción entre el polifarneseno modificado y el polímero de condensación se puede llevar a cabo en un disolvente o en estado fundido. En algunas realizaciones, la reacción se lleva a cabo en un disolvente según el siguiente procedimiento general. Se añaden un polifarneseno modificado descrito en el presente documento (100 partes en peso) y un polímero de condensación (de 10 partes a 1000 partes en peso) a un disolvente, tal como cetonas, alcoholes, éteres, dimetilformamida y dimetil sulfóxido. La mezcla de reacción se calienta a una temperatura de 50°C al punto de ebullición del diso lvente durante un periodo de 1 hora a 24 horas. El copolímero de injerto se obtiene vertiendo la mezcla de reacción en agua. El copolímero de injerto se separa por filtración, se lava y se seca.

45 **[0190]** En ciertas realizaciones, la reacción entre el polifarneseno modificado y el polímero de condensación se lleva a cabo en estado fundido según el siguiente procedimiento general. Se mezclan en un mezclador un polifarneseno

modificado descrito en el presente documento (100 partes en peso) y un polímero de condensación (de 10 partes a 1000 partes en peso). La mezcla resultante se extruye en un extrusor a una velocidad de husillo de 50-200 rpm y un perfil de temperatura del cilindro que variaba de 150°C a 400°C. El extrudato se neutraliza en agua y se peletiza para formar el copolímero de injerto en forma de pélet.

5 **[0191]** En algunas realizaciones, el polímero de condensación es un poliéster, una poliamida, un poliéter, una resina de fenol-formaldehído, una resina de urea-formaldehído, una resina de melamina-formaldehído o una combinación de los mismos. En otras realizaciones, el polímero de condensación es un poliéster, un policarbonato, una poliamida o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el polímero de condensación es un poliéster, tal como  
10 un poliéster terminado en hidroxilo, un poliéster terminado en carboxilo o un poliéster terminado en epoxi. En otras realizaciones, el poliéster es un tereftalato de polietileno, tal como tereftalato de polietileno terminado en hidroxilo, un tereftalato de polietileno terminado en carboxilo o un tereftalato de polietileno terminado en epoxi. En ciertas realizaciones, el polímero de condensación es un policarbonato, tal como un policarbonato terminado en hidroxilo o un policarbonato terminado en epoxi. En algunas realizaciones, el polímero de condensación es una poliamida, tal como una poliamida terminada en amino, una poliamida terminada en carboxilo o una poliamida terminada en epoxi.

20 **[0192]** En ciertas realizaciones, el polímero de condensación contiene por lo menos un grupo terminal hidroxilo. En otras realizaciones, el polímero de condensación es un polímero de condensación terminado en hidroxilo, tal como un poliéster terminado en hidroxilo, un policarbonato terminado en hidroxilo, un poliéter terminado en hidroxilo, una resina de fenol-formaldehído terminada en hidroxilo, una resina de urea-formaldehído terminada en hidroxilo o una resina de melamina-formaldehído terminada en hidroxilo. En el presente documento se puede utilizar cualquier polímero de condensación terminado en hidroxilo que esté comercialmente disponible o conocido en la técnica.

25 **[0193]** En ciertas realizaciones, el copolímero de injerto se prepara mediante la reacción de un polímero de condensación terminado en hidroxilo descrito en el presente documento con el polifarneseno modificado de fórmula (XXI), en el que Q<sup>1</sup> es O; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXII), en el que por lo menos uno de Q<sup>2</sup> y Q<sup>3</sup> es Q<sup>8</sup>, OR<sup>26</sup> o O-Q<sup>8</sup>, en el que Q<sup>9</sup> de Q<sup>8</sup> es carboxilo, epoxi o glicidilo; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXIII A) o (XXIII B), en el que Q<sup>4</sup> es Q<sup>8</sup>, OR<sup>26</sup> o O-Q<sup>8</sup>, en el que Q<sup>9</sup> de Q<sup>8</sup> es carboxilo, epoxi o glicidilo; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXIV A) o (XXIV B), en el que Q<sup>5</sup> es Q<sup>8</sup> o O-Q<sup>8</sup>, en el que Q<sup>9</sup> de Q<sup>8</sup> es carboxilo, epoxi o glicidilo; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXV), en el que Q<sup>6</sup> es O. La reacción puede estar catalizada por cualquier catalizador ácido o básico conocido por los expertos en la materia para inducir reacciones de esterificación o transesterificación.

35 **[0194]** En algunas realizaciones, el polímero de condensación contiene por lo menos un grupo amino terminal. En otras realizaciones, el polímero de condensación es una poliamida terminada en amino. En el presente documento se puede utilizar cualquier polímero de condensación terminado en amino que esté comercialmente disponible o conocido en la técnica.

40 **[0195]** En ciertas realizaciones, el copolímero de injerto se prepara mediante la reacción de un polímero de condensación terminado en amino descrito en el presente documento con el polifarneseno modificado de fórmula (XXI), en el que Q<sup>1</sup> es O; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXII), en el que por lo menos uno de Q<sup>2</sup> y Q<sup>3</sup> es Q<sup>8</sup>, OH o O-Q<sup>8</sup>, en el que Q<sup>9</sup> de Q<sup>8</sup> es carboxilo, epoxi o glicidilo; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXIII A) o (XXIII B), en el que Q<sup>4</sup> es Q<sup>8</sup> o O-Q<sup>8</sup>, en el que Q<sup>9</sup> de Q<sup>8</sup> es carboxilo, epoxi o glicidilo; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXIV A) o (XXIV B), en el que Q<sup>5</sup> es Q<sup>8</sup> o O-Q<sup>8</sup>, en el que Q<sup>4</sup> de Q<sup>8</sup> es carboxilo, epoxi o glicidilo; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXV), en el que Q<sup>6</sup> es O. La reacción puede estar catalizada por cualquier catalizador ácido o básico conocido por los expertos en la materia para inducir reacciones de amidación.

50 **[0196]** En ciertas realizaciones, el polímero de condensación contiene por lo menos un grupo terminal carboxilo. En otras realizaciones, el polímero de condensación es un polímero de condensación terminado en carboxilo, tal como un poliéster terminado en carboxilo o una poliamida terminada en carboxilo. En el presente documento se puede utilizar cualquier polímero de condensación terminado en carboxilo que esté comercialmente disponible o conocido en la técnica.

55 **[0197]** En ciertas realizaciones, el copolímero de injerto se prepara mediante la reacción de un polímero de condensación terminado en carboxilo descrito en el presente documento con el polifarneseno modificado de fórmula (XXII), en el que por lo menos uno de Q<sup>2</sup> y Q<sup>3</sup> es Q<sup>8</sup> o O-Q<sup>8</sup>, en el que Q<sup>9</sup> de Q<sup>8</sup> es OH, epoxi o glicidilo; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXIII A) o (XXIII B), en el que Q<sup>4</sup> es Q<sup>8</sup> o O-Q<sup>8</sup>, en el que Q<sup>9</sup> de Q<sup>8</sup> es OH, epoxi o glicidilo; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXIV A) o (XXIV B), en el que Q<sup>5</sup> es Q<sup>8</sup> o O-Q<sup>8</sup>, en el que Q<sup>9</sup> de Q<sup>8</sup> es OH, epoxi o glicidilo. La reacción puede estar catalizada por cualquier catalizador ácido o básico conocido por los expertos en la materia para inducir reacciones de esterificación o transesterificación o reacciones entre un grupo ácido carboxílico y un grupo epoxi.

65 **[0198]** En ciertas realizaciones, el polímero de condensación contiene por lo menos un grupo epoxi terminal. En otras realizaciones, el polímero de condensación es un polímero de condensación terminado en epoxi, tal como un poliéster terminado en epoxi, un policarbonato terminado en epoxi, una poliamida terminada en epoxi, un poliéter terminado en epoxi, una resina de fenol-formaldehído terminada en epoxi, una resina de urea-formaldehído

terminada en epoxi o una resina de melamina-formaldehído terminada en epoxi. En el presente documento se puede utilizar cualquier polímero de condensación terminado en epoxi que esté comercialmente disponible o conocido en la técnica.

5 **[0199]** En ciertas realizaciones, el copolímero de injerto se prepara mediante la reacción de un polímero de condensación terminado en epoxi descrito en el presente documento con el polifarneseno modificado de fórmula (XXII), en el que por lo menos uno de  $Q^2$  y  $Q^3$  es  $Q^8$ ,  $NHR^{25}$ ,  $OH$  o  $O-Q^8$ , en el que  $Q^9$  de  $Q^8$  es  $OH$ ,  $NH_2$ ,  $NHR^{30}$  o carboxilo; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXIIIA) o (XXIIIB), en el que  $Q^4$  es  $Q^8$ ,  $NHR^{25}$ ,  $OH$  o  $O-Q^8$ , en el que  $Q^9$  de  $Q^8$  es  $OH$ ,  $NH_2$ ,  $NHR^{30}$  o carboxilo; o el polifarneseno modificado de fórmula (XXIVA) o (XXIVB), en el que  $Q^5$  es  $Q^8$ ,  $NHR^{25}$ ,  $OH$  o  $O-Q^8$ , en el que  $Q^4$  de  $Q^8$  es  $OH$ ,  $NH_2$ ,  $NNR^{30}$  o carboxilo, en el que cada uno de  $R^{24}$  y  $R^{26}$  es H. La reacción puede estar catalizada por cualquier catalizador ácido o básico conocido por los expertos en la materia para inducir reacciones entre un grupo poxi y un grupo hidroxilo, amino o carboxilo.

15 **[0200]** Un experto en la materia puede entender que un copolímero de injerto que comprende un polifarneseno y un polímero de condensación también se puede preparar mediante la reacción de un polímero de condensación modificado que comprende uno o más grupos vinilo con un polifarneseno descrito en el presente documento en presencia de un iniciador de radicales libres o un modificador de injerto descrito en el presente documento. La reacción se puede llevar a cabo en un disolvente o estado fundido. El polímero de condensación modificado se puede obtener comercialmente o prepararse mediante copolimerización de un modificador adecuado que tiene un grupo vinilo con los comonómeros requeridos para el polímero de condensación. En algunas realizaciones, el modificador puede ser un diol o un ácido dicarboxílico que tiene un grupo vinilo para producir un poliéster modificado. En ciertas realizaciones, el modificador puede ser una diamina o un ácido dicarboxílico que tiene un grupo vinilo para producir una poliamida modificada. En algunas realizaciones, el modificador puede ser un diol que tiene un grupo vinilo para producir un modificador de policarbonato. En ciertas realizaciones, el modificador puede ser un diol que tiene un grupo vinilo para producir un modificador de poliéter. En algunas realizaciones, el modificador puede ser un compuesto de fenol que tiene un grupo vinilo para producir un modificador de resina de fenol-formaldehído. En ciertas realizaciones, el modificador puede ser un compuesto de melamina que tiene un grupo vinilo para producir un modificador de resina de melamina-formaldehído. En algunas realizaciones, el modificador puede ser un compuesto de urea que tiene un grupo vinilo para producir un modificador de resina de urea-formaldehído. En ciertas realizaciones, el grupo vinilo está opcionalmente sustituido. En algunas realizaciones, el grupo vinilo es acrilato, metacrilato,  $-CH=CH_2$ , alilo o una combinación de los mismos.

#### Composiciones de copolímeros de injerto

35 **[0201]** Los copolímeros de injerto descritos en el presente documento pueden utilizarse para preparar composiciones útiles o composiciones de copolímero de injerto. En algunas realizaciones, las composiciones de copolímero de injerto comprenden el polifarneseno y un aditivo. En otras realizaciones, las composiciones de copolímero de injerto comprenden el polifarneseno y un segundo polímero. En ciertas realizaciones, las composiciones de copolímero de injerto comprenden el copolímero de injerto, un aditivo y un segundo polímero. En ciertas realizaciones, las composiciones de copolímero de injerto no comprenden un aditivo o un segundo polímero.

45 **[0202]** El segundo polímero puede ser un polímero o copolímero de vinilo, un polímero o copolímero no vinílico, o una combinación de los mismos. Algunos ejemplos no limitantes de polímeros y copolímeros de vinilo se describen en Malcolm, P. Stevens, "Polymer Chemistry, an Introduction", 3a edición, Oxford University Press, pág. 17-21 y 167-279 (1999). Algunos ejemplos no limitantes de un segundo polímero adecuado incluyen una poliolefina, un poliuretano, un poliéster, una poliamida, un polímero estirénico, una resina fenólica, un poliacrilato, un polimetacrilato, o una combinación de los mismos.

50 **[0203]** En ciertas realizaciones, la proporción del copolímero de injerto con el segundo polímero es de 1:99 a 99:1, de 1:50 a 50:1, de 1:25 a 25:1 o de 1:10 a 10:1.

55 **[0204]** En algunas realizaciones, el segundo polímero es una poliolefina (por ejemplo, polietileno, polipropileno, un interpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina, un copolímero de etileno y propileno, y un copolímero de etileno y acetato de vinilo (EVA)), un poliuretano, un poliéster, una poliamida, un polímero estirénico (por ejemplo, poliestireno, poli(acrilonitrilo-butadieno-estireno), poli(estireno-butadieno-estireno) y similares), una resina fenólica, un poliacrilato, un polimetacrilato, o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el segundo polímero es polietileno, polipropileno, un copolímero de etileno y acetato de vinilo, poli(acrilonitrilo-butadieno-estireno), poli(estireno-butadieno-estireno), o una combinación de los mismos. El segundo polímero puede mezclarse con el copolímero de injerto antes de añadirse a la composición de copolímero de injerto. En algunas realizaciones, el segundo polímero se añade directamente a la composición de copolímero de injerto sin premezclar con el copolímero de injerto.

65 **[0205]** La proporción en peso del copolímero de injerto con respecto al segundo polímero, tal como EVA, en la composición de copolímero de injerto puede ser entre 1:99 y 99:1, entre 1:50 y 50:1, entre 1:25 y 25:1, entre 1:10 y 10:1, entre 1:9 y 9:1, entre 1:8 y 8:1, entre 1:7 y 7:1, entre 1:6 y 6:1, entre 1:5 y 5:1, entre 1:4 y 4:1, entre 1:3 y 3:1, entre 1:2 y 2:1, entre 3:7 y 7:3, o entre 2:3 y 3:2.

**[0206]** En algunas realizaciones, el segundo polímero es una poliolefina. Puede utilizarse cualquier poliolefina que sea parcial o totalmente compatible con el copolímero de injerto. Los ejemplos no limitantes de poliolefinas adecuadas incluyen polietilenos; polipropilenos; polibutilenos (por ejemplo, polibuteno-1); polipenteno-1; polihexeno-1; poliocteno-1; polideceno-1; poli-3-metilbuteno-1; poli-4-metilpenteno-1; poliisopreno; polibutadieno; poli-1, 5-hexadieno; interpolímeros derivados de olefinas; interpolímeros derivados de olefinas y otros polímeros, tales como poli(cloruro de vinilo), poliestireno, poliuretano, y similares; y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, la poliolefina es un homopolímero, tal como polietileno, polipropileno, polibutileno, polipenteno-1, poli-3-metilbuteno-1, poli-4-metilpenteno-1, poliisopreno, polibutadieno, poli-1,5-hexadieno, polihexeno-1, poliocteno-1, y polideceno-1.

**[0207]** Algunos ejemplos no limitantes de polietilenos adecuados incluyen polietileno de densidad muy baja (ULDPE), polietileno de densidad baja lineal (LLDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de alta densidad y alto peso molecular (HM<sub>w</sub>-HDPE), polietileno de peso molecular muy alto (UHMW-PE) y combinaciones de los mismos. Algunos ejemplos no limitantes de polipropilenos incluyen polipropileno de baja densidad (LDPP), polipropileno de alta densidad (HDPP), polipropileno de alta resistencia en estado fundido (HMS-PP) y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, el segundo polímero es o comprende un polipropileno de alta resistencia en estado fundido (HMS-PP), un polietileno de baja densidad (LDPE) o una combinación de los mismos.

**[0208]** Opcionalmente, las composiciones descritas en el presente documento comprenden por lo menos otro aditivo para los fines de mejorar y/o controlar la procesabilidad, apariencia, propiedades físicas, químicas y/o mecánicas de las composiciones de copolímero de injerto. En algunas realizaciones, las composiciones no comprenden un aditivo. Se puede utilizar cualquier aditivo plástico conocido por un experto en la materia en las composiciones descritas en el presente documento. Los ejemplos no limitantes de aditivos adecuados incluyen plastificantes, aceites, ceras, antioxidantes, estabilizadores de UV, colorantes o pigmentos, agentes de carga, agentes auxiliares del flujo, agentes de acoplamiento, agentes reticulantes, tensioactivos, disolventes, y combinaciones de los mismos. En ciertas realizaciones, el aditivo es un plastificante, tal como un aceite mineral, polibuteno líquido o una combinación de los mismos.

**[0209]** La cantidad total de los aditivos puede variar de aproximadamente más del 0% al 80%, del 0,001% al 70%, del 0,01% al 60%, del 0,1% al 50%, del 1% al 40%, o del 10% al 50% del peso total de la composición de copolímero de injerto. La cantidad de cada uno de los aditivos puede variar de aproximadamente más del 0 al 25%, del 0,001% al 20%, del 0,01% al 15%, del 0,1% al 10%, del 0,1% al 5%, o del 0,1% al 2,5% del peso total de la composición de copolímero de injerto. Algunos aditivos de polímero se han descrito en Zweifel Hans et al., "Plastics Additives Handbook," Hanser Gardner Publications, Zircinnati, Ohio, 5ª edición (2001).

**[0210]** Opcionalmente, las composiciones descritas en el presente documento pueden comprender un agente de pegajosidad. Algunos ejemplos no limitantes de agentes de pegajosidad incluyen una resina natural y modificada; un éster de glicerol o de pentaeritritol de colofonia natural o modificada; un copolímero o un terpolímero de terpeno naturalizado; una resina de politerpeno o una resina de politerpeno hidrogenada; una resina de terpeno modificado fenólico o un derivado hidrogenado del mismo; una resina de hidrocarburo alifático o cicloalifático o un derivado hidrogenado del mismo; una resina de hidrocarburo aromático o un derivado hidrogenado del mismo; una resina de hidrocarburo alifático o cicloalifático modificado aromático o un derivado hidrogenado del mismo; o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el agente de pegajosidad tiene un punto de ablandamiento de anillo y bola (R&B) igual o superior a 60°C, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C, o 100°C, medido según la norma ASTM 28-67. En ciertas realizaciones, el agente de pegajosidad tiene un punto de ablandamiento R&B igual o superior a 80°C, medido según la norma ASTM 28-67.

**[0211]** En ciertas realizaciones, la cantidad de agente de pegajosidad en las composiciones descritas en el presente documento es del 0,1% en peso al 70% en peso, del 0,1% en peso al 60% en peso, del 1% en peso al 50% en peso, o del 0,1% en peso al 40% en peso, o del 0,1% en peso al 30% en peso, o del 0,1% en peso al 20% en peso, o del 0,1% en peso al 10% en peso, basado en el peso total de la composición. En otras realizaciones, la cantidad de agente de pegajosidad en las composiciones descritas en el presente documento es del 1% en peso al 70% en peso, del 5% en peso al 70% en peso, del 10% en peso al 70% en peso, del 15% en peso al 70% en peso, del 20% en peso al 70% en peso, o del 25% en peso al 70% en peso, basado en el peso total de la composición.

**[0212]** Opcionalmente, las composiciones descritas en el presente documento pueden comprender una cera, tal como una cera de petróleo, un polietileno o un polipropileno de bajo peso molecular, una cera sintética, una cera de poliolefina, una cera de abejas, una cera vegetal, una cera de soja, una cera de palma, una cera de vela o un interpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina que tiene un punto de fusión superior a 25 °C. En ciertas realizaciones, la cera es un polietileno o un polipropileno de bajo peso molecular que tiene un peso molecular promedio en número de 400 a 6.000 g/mol. La cera puede estar presente en el intervalo del 10% al 50%, o del 20% al 40% en peso de la composición total.

**[0213]** Opcionalmente, las composiciones descritas en el presente documento puede comprender un plastificante. En general, un plastificante es un compuesto químico que puede aumentar la flexibilidad y disminuir la temperatura de transición vítrea de polímeros. Puede añadirse cualquier plastificante conocido por los expertos en la materia a

las composiciones de copolímero de injerto descritas en el presente documento. Los ejemplos no limitantes de plastificantes incluyen aceites minerales, abietatos, adipatos, sulfonatos de alquilo, acelatos, benzoatos, parafinas cloradas, citratos, epóxidos, glicol éteres y sus ésteres, glutaratos, aceites de hidrocarburos, isobutiratos, oleatos, derivados de pentaeritrol, fosfatos, ftalatos, ésteres, polibutenos, ricinoleatos, sebacatos, sulfonamidas, trimelitatos y piromelitatos, derivados de bifenilo, estearatos, diésteres de difurano, plastificantes que contienen flúor, ésteres del ácido hidroxibenzoico, aductos de isocianato, compuestos aromáticos de múltiples anillos, derivados de productos naturales, nitrilos, plastificantes con una base de siloxano, productos con una base de alquitrán, tioésteres y combinaciones de los mismos. Cuando se utiliza, la cantidad del plastificante en la composición de copolímero de injerto puede ser superior a del 0% al 15% en peso, de aproximadamente el 0,5% a aproximadamente el 10% en peso, o de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 5% en peso del peso total de la composición de copolímero de injerto. Algunos plastificantes se han descrito en George Wypych, "Handbook of Plasticizers", ChemTec Publishing, Toronto-Scarborough, Ontario (2004).

**[0214]** En algunas realizaciones, las composiciones descritas en el presente documento comprenden opcionalmente un antioxidante que puede prevenir la oxidación de componentes poliméricos y aditivos orgánicos en las composiciones de copolímero de injerto. Se puede añadir cualquier antioxidante conocido por un experto en la materia a las composiciones de copolímero de injerto descritas en el presente documento. Ejemplos no limitantes de antioxidantes adecuados incluyen aminas aromáticas o impedidas, tales como alquil difenilaminas, fenil- $\alpha$ -naftilamina, fenil- $\alpha$ -naftilamina sustituida con alquilo o aralquilo, p-fenilen diaminas alquiladas, tetrametil-diaminodifenilamina y similares: fenoles, tales como, 2,6-di-t-butil-4-metilfenol; 1,3,5-trimetil-2,4,6-tris (3',5'-di-t-butil-4'-hidroxibencil)benzeno; tetrakis[(metileno (3,5-di-t-butil-4-hidroxi)hidrocinamato)]metano (por ejemplo, IRGANOX™ 1010, de Ciba Geigy, New York); fenoles modificados con acrililoilo; octadecil-3,5-di-t-butil-4-hidroxicinamato (por ejemplo, IRGANOX™ 1076, disponible comercialmente de Ciba Geigy); fosfitos y fosfonitos; hidroxilaminas; derivados de benzofuranona; y combinaciones de los mismos. Cuando se usa, la cantidad del antioxidante en la composición de copolímero de injerto puede ser desde más del 0 a 5% en peso, de 0,0001 a 2,5% en peso, de 0,001% en peso a 1% en peso, o de 0,001% en peso a 0,5% en peso del peso total de la composición de copolímero de injerto. Algunos antioxidantes se han descrito en Zweifel Hans et al., "Plastics Additives Handbook", Hanser Gardner Publications, Zircinnati, Ohio, 5ª edición, capítulo 1, páginas 1- 140 (2001).

**[0215]** En otras realizaciones, las composiciones descritas en el presente documento comprenden opcionalmente un estabilizante de UV que puede prevenir o reducir la degradación de las composiciones de copolímero de injerto por radiaciones UV. Puede añadirse cualquier estabilizante de UV conocido por los expertos en la materia a las composiciones de copolímero de injerto descritas en el presente documento. Los ejemplos no limitantes de estabilizantes de UV adecuados incluyen benzofenonas, benzotriazoles, ésteres arílicos, oxanilidas, ésteres acrílicos, formamidinas, negro de carbono, aminas impedidas, inhibidores de níquel, aminas impedidas, antioxidantes fenólicos, sales metálicas, compuestos de zinc y combinaciones de los mismos. Cuando se emplea, la cantidad de estabilizante de UV en la composición de copolímero de injerto puede ser desde más del 0% al 5% en peso, del 0,01% al 3% en peso, del 0,1% al 2% en peso, o del 0,1% al 1% en peso del peso total de la composición de copolímero de injerto. Algunos estabilizantes de UV se han descrito en Zweifel Hans et al., "Plastics Additives Handbook", Hanser Gardner Publications, Zircinnati, Ohio, 5ª edición, capítulo 2, pág. 141-426 (2001).

**[0216]** En otras realizaciones, las composiciones descritas en el presente documento comprenden opcionalmente un colorante o pigmento que puede cambiar el aspecto de las composiciones de copolímero de injerto para el ojo humano. Puede añadirse cualquier colorante o pigmento conocido por los expertos en la materia a las composiciones de copolímero de injerto descritas en el presente documento. Los ejemplos no limitantes de colorantes o pigmentos adecuados incluyen pigmentos inorgánicos, tales como óxidos de metales, por ejemplo óxido de hierro, óxido de zinc, y dióxido de titanio, óxidos de metales mixtos, negro de carbono, pigmentos orgánicos, tales como antraquinonas, antantronas, compuestos azoicos y monoazoicos, arilamidas, benzimidazolones, lacas BONA, dicetopirrolopirroles, dioxazinas, compuestos disazoicos, compuestos de diarilida, flavantronas, indantronas, isoindolinonas, isoindolininas, complejos metálicos, sales monoazoicas, naftoles, b-naftoles, naftol AS, lacas de naftol, perilenos, perinonas, ftalocianinas, pirantronas, quinacridonas, y quinoftalonas, y combinaciones de los mismos. Cuando se emplea, la cantidad de colorante o pigmento en la composición de copolímero de injerto puede ser desde más de 0% al 10% en peso, del 0,1% al 5% en peso, o del 0,25% al 2% en peso del peso total de la composición de copolímero de injerto. Algunos colorantes se han descrito en Zweifel Hans et al., "Plastics Additives Handbook", Hanser Gardner Publications, Zircinnati, Ohio, 5ª edición, capítulo 15, pág. 813882 (2001).

**[0217]** Opcionalmente, las composiciones descritas en el presente documento pueden comprender un agente de carga que puede utilizarse para ajustar, entre otros, el volumen, el peso, los costes y/o la acción técnica. Puede añadirse cualquier agente de carga conocido por los expertos en la materia a las composiciones de copolímero de injerto descritas en el presente documento. Los ejemplos no limitantes de agentes de cargas adecuados incluyen talco, carbonato de calcio, creta, sulfato de calcio, arcilla, caolín, sílice, vidrio, sílice de pirólisis, mica, wolastonita, feldespato, silicato de aluminio, silicato de calcio, alúmina, alúmina hidratada, tal como alúmina trihidrato, microesferas de vidrio, microesferas cerámicas, microesferas termoplásticas, barita, harina de madera, fibras de vidrio, fibras de carbono, polvo de mármol, polvo de cemento, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, óxido de antimonio, óxido de zinc, sulfato de bario, dióxido de titanio, titanatos y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, el agente de carga es sulfato de bario, talco, carbonato de calcio, sílice, vidrio, fibra de vidrio, alúmina,

dióxido de titanio o una mezcla de los mismos. En otras realizaciones, el agente de carga es talco, carbonato de calcio, sulfato de bario, fibra de vidrio o una mezcla de los mismos. Cuando se utiliza, la cantidad del agente de carga en la composición de copolímero de injerto puede ser desde más de 0% al 80% en peso, del 0,1% al 60% en peso, del 0,5% al 40% en peso, del 1% al 30% en peso, o del 10% al 40% en peso del peso total de la composición de copolímero de injerto. Algunos agentes de carga se han descrito en la patente de EEUU n° 6.103.803, y en Zweifel Hans et al., "Plastics Additives Handbook", Hanser Gardner Publications, Zircinnati, Ohio, 5a edición, capítulo 17, pág. 901-948 (2001).

**[0218]** Opcionalmente, las composiciones de copolímero de injerto descritas en el presente documento pueden estar parcial o completamente reticuladas. Cuando se desea la reticulación, las composiciones de copolímero de injerto descritas en el presente documento comprenden un agente reticulante que puede utilizarse para realizar la reticulación de las composiciones de copolímero de injerto, aumentando así su módulo y su rigidez, entre otras cosas. Una ventaja de una composición de copolímero de injerto es que la reticulación puede producirse en sus cadenas laterales en lugar del esqueleto polimérico como en otros polímeros, tales como el poliisopreno y el polibutadieno. Puede añadirse cualquier agente de reticulación conocido por los expertos en la materia a las composiciones de copolímero de injerto descritas en el presente documento. Los ejemplos no limitantes de agentes reticulantes adecuados incluyen peróxidos orgánicos (por ejemplo, peróxidos de alquilo, peróxidos de arilo, peroxiésteres, peroxicarbonatos, diacilperóxidos, peroxicetales, y peróxidos cíclicos) y silanos (por ejemplo, viniltrimetoxisilano, viniltrióxidosilano, viniltris (2-metoxietoxi)silano, viniltriacetoxisilano, vinilmetildimetoxisilano, y 3-metacrililoiloxipropiltrimetoxisilano). Cuando se emplea, la cantidad de agente reticulante en la composición polimérica puede ser desde más del 0% al 20% en peso, del 0,1% en peso al 15% en peso, o del 1% en peso al 10% en peso del peso total de la composición polimérica. Algunos agentes reticulantes adecuados se han descrito en Zweifel Hans et al., "Plastics Additives Handbook", Hanser Gardner Publications, Zircinnati, Ohio, 5a edición, capítulo 14, pág. 725-812 (2001).

**[0219]** La reticulación de los polifarnesenos, polifarneseno modificados, copolímeros de injerto o las composiciones de copolímero de injerto descritos en el presente documento también puede iniciarse mediante cualquier medio de radiación conocido en la técnica que incluye, pero sin limitación, radiación con haz de electrones, radiación beta, radiación gamma, radiación de corona, y radiación UV con o sin un catalizador de reticulación. La solicitud de patente de EEUU n° 10/086.057 (publicada como documento US 2002/0132923 A1) y la patente de EEUU n° 6.803.014 describen métodos de radiación de haz de electrones que pueden utilizarse en realizaciones de la invención.

**[0220]** La irradiación puede realizarse mediante el uso de alta energía, electrones ionizantes, rayos ultravioleta, rayos X, rayos gamma, partículas beta y similares, y combinaciones de los mismos. Preferiblemente, los electrones se emplean en dosificaciones de hasta 70 megarads. La fuente de radiación puede ser cualquier generador de haces de electrones que funcione en un intervalo de 150 kilovoltios a 6 megavoltios, con una potencia de salida capaz de suministrar la dosificación deseada. El voltaje puede ajustarse a unos niveles apropiados que pueden ser, por ejemplo, 100.000, 300.000, 1.000.000, ó 2.000.000 ó 3.000.000 ó 6.000.000 o mayor o menor. En la técnica se conocen muchos otros aparatos para irradiar materiales poliméricos. La irradiación normalmente se realiza a una dosificación de entre 3 megarads y 35 megarads, preferiblemente entre 8 y 20 megarads. Además, la irradiación puede realizarse de modo conveniente a temperatura ambiente, aunque también pueden emplearse temperaturas superiores e inferiores, por ejemplo, de 0°C a 60°C. Preferiblemente, la irradiación se realiza después de dar la forma o de la fabricación del artículo. Además, en una realización preferida, el copolímero de injerto al que se le ha incorporado un aditivo promotor de la reticulación por radiación se irradia con una radiación de haz de electrones de 8 a 20 megarads.

**[0221]** La reticulación de los polifarnesenos, polifarneseno modificados, copolímeros de injerto o las composiciones de copolímero de injerto descritos en el presente documento también puede inducirse con un catalizador de reticulación, y puede utilizarse cualquier catalizador que proporcione esta función. Los catalizadores adecuados incluyen, en general, bases orgánicas; ácidos carboxílicos; compuestos organometálicos, incluyendo titanatos orgánicos y complejos o carboxilatos de plomo, cobalto, hierro, níquel, zinc y estaño; dilaurato de dibutilestaño, maleato de dioctilestaño, diacetato de dibutilestaño, dioctoato de dibutilestaño, acetato estano, octoato estano, naftenato de plomo, caprilato de zinc, naftenato de cobalto, y similares. El catalizador (o mezcla de catalizadores) está presente en una cantidad catalítica, generalmente entre 0,015 y 0,035 phr.

#### Mezclado de los ingredientes de las composiciones de copolímero de injerto

**[0222]** Los ingredientes (es decir, el copolímero de injerto, el segundo polímero opcional y los aditivos) de las composiciones de copolímero de injerto descritas en el presente documento pueden mezclarse o combinarse utilizando métodos conocidos por los expertos en la materia. Los ejemplos no limitantes de métodos de mezclado adecuados incluyen mezclado en estado fundido, mezclado en disolventes, extrusión, y similares.

**[0223]** En algunas realizaciones, los ingredientes de las composiciones descritas en el presente documento se mezclan en estado fundido mediante un método descrito por Guerin et al., en la patente de EEUU n° 4.152.189. En primer lugar, todos los disolventes, si los hay, se eliminan de los ingredientes mediante un calentamiento hasta una

temperatura elevada apropiada de 100°C a 200°C o de 150°C a 175°C a una presión de 5 torr (667 Pa) a 10 torr (1333 Pa). A continuación, se pesan los ingredientes en un recipiente en las proporciones deseadas y se forma una espuma mediante el calentamiento del contenido del recipiente hasta lograr el estado fundido mientras se agita.

5 **[0224]** En otras realizaciones, los ingredientes de las composiciones descritas en el presente documento se procesan utilizando un mezclado en disolventes. En primer lugar, los ingredientes se disuelven en un disolvente adecuado, y la mezcla posteriormente se mezcla o combina. A continuación, se elimina el disolvente para proporcionar las composiciones descritas en el presente documento.

10 **[0225]** En realizaciones adicionales, pueden utilizarse dispositivos de mezclado físico que pueden proporcionar un mezclado dispersivo, un mezclado distributivo, o una combinación de mezclado dispersivo y distributivo para preparar mezclas homogéneas. Pueden utilizarse métodos discontinuos y continuos de mezclado físico. Los ejemplos no limitantes de métodos discontinuos incluyen los métodos que emplean los equipos de mezclado BRABENDER® (por ejemplo, BRABENDER PREP CENTER®, disponible en C.W. Brabender Instruments, Inc., South Hackensack, NJ) o el equipo de trituración con rodillos y mezclado interno BANBURY® (disponible en Farrel Company, Ansonia, Conn.). Los ejemplos no limitantes de métodos continuos incluyen extrusión con un husillo, extrusión con doble husillo, extrusión con discos, extrusión con un husillo recíproco, y extrusión con un husillo sin fin. En algunas realizaciones, los aditivos pueden añadirse a un extrusor a través de una tolva de alimentación o un cuello de alimentación durante la extrusión del copolímero de injerto, el segundo polímero opcional o la espuma. El mezclado o combinado de los polímeros mediante extrusión se ha descrito en C. Rauwendaal, "Polymer Extrusion", Hanser Publishers, Nueva York, NY, pág. 322-334 (1986).

25 **[0226]** Cuando se requieran uno o más aditivos en las composiciones descritas en el presente documento, las cantidades deseadas de los aditivos pueden añadirse en una carga o en múltiples cargas al copolímero de injerto, al segundo polímero o a la composición. Además, la adición puede realizarse en cualquier orden. En algunas realizaciones, los aditivos se añaden en primer lugar y se mezclan o se combinan con el copolímero de injerto, y a continuación se mezcla el copolímero de injerto que contiene aditivo con el segundo polímero. En otras realizaciones, los aditivos se añaden en primer lugar y se mezclan o se combinan con el segundo polímero, y a continuación el segundo polímero que contiene aditivo se mezcla con el copolímero de injerto. En otras realizaciones, el copolímero de injerto se mezcla en primer lugar con el segundo polímero, y a continuación se mezclan los aditivos con la composición.

35 **[0227]** Los ingredientes de la composición descrita en el presente documento pueden mezclarse o combinarse en cualquier dispositivo de mezclado o de combinación adecuado conocido por los expertos en la materia. De este modo, los ingredientes de la composición descrita en el presente documento pueden mezclarse a una temperatura por debajo de la temperatura de descomposición de los ingredientes para asegurar que todos los ingredientes se mezclen de modo homogéneo y permanezcan intactos.

#### Aplicaciones de las composiciones que comprenden copolímeros de injerto

40 **[0228]** Las composiciones de copolímero de injerto descritas en el presente documento pueden utilizarse como adhesivos de fusión en caliente o adhesivos sensibles a la presión. Pueden aplicarse a la fabricación de cualquier artículo que requiera o que comprenda un adhesivo de fusión en caliente o un adhesivo sensible a la presión. Los ejemplos no limitantes de artículos adecuados incluyen productos de papel, materiales de envasado, paneles de madera laminada, encimeras de cocina, vehículos, etiquetas, pañales desechables, almohadillas absorbentes para hospitales, compresas femeninas, paños quirúrgicos, cintas, fundas, cajas, bandejas, dispositivos médicos, o vendajes. En una realización adicional, la composición adhesiva puede utilizarse en cintas, fundas, cajas, bandejas, dispositivos médicos, o vendajes.

50 **[0229]** En algunas realizaciones, las composiciones descritas en el presente documento se emplean como adhesivos de fusión en caliente. Estas composiciones adhesivas de fusión en caliente pueden utilizarse en aplicaciones industriales, que incluyen envases, en particular para un uso a baja temperatura, tal como para productos lácteos o para el envasado congelado de productos alimentarios, y en artículos de consumo higiénico desechables, por ejemplo pañales, compresas femeninas, paños higiénicos, y similares. Otras aplicaciones adecuadas incluyen la encuadernación, el trabajo de la madera, y el etiquetado. Algunos adhesivos de fusión en caliente se describen en A.V. Pocius, "Adhesion and Adhesives Technology", Hanser Gardner Publications, 2a edición, capítulo 10, pág. 270-280 (2002), y en M.J. Satriana, "Hot melt adhesives: Manufacture and applications", Noyes Data Corp. (1974).

60 **[0230]** En otras realizaciones, las composiciones descritas en el presente documento pueden utilizarse como PSA. Estas composiciones adhesivas de PSA pueden aplicarse a productos de laminado (por ejemplo, decorativo, reflectante, y gráfico), autoadhesivos, y soporte de cintas. El sustrato puede ser cualquier tipo de material adecuado dependiendo de la aplicación deseada. En ciertas realizaciones, el sustrato comprende una película no tejida, de papel, polimérica (por ejemplo, polipropileno (por ejemplo, polipropileno de orientación biaxial (BOPP)), polietileno, poliurea, o poliéster (por ejemplo, tereftalato de polietileno (PET)), o papel antiadherente (por ejemplo, papel antiadherente siliconado)). Algunos PSA se describen en A.V. Pocius, "Adhesion and Adhesives Technology",

65

Hanser Gardner Publications, 2a edición, capítulo 9, pág. 238-259 (2002), y en Istvan Benedek, "Technology of Pressure-Sensitive Adhesives and Products", CRC (2008) .

5 **[0231]** En otras realizaciones, las composiciones pueden utilizarse para formar una cinta. Por ejemplo, la composición adhesiva de PSA o fundida en caliente se aplica por lo menos a una cara del soporte de la cinta. A continuación, se puede reticular la composición adhesiva para mejorar aún más su resistencia al cizallamiento. Puede utilizarse cualquier método de reticulación adecuado (por ejemplo, exposición a radiación, tal como ultravioleta o haz de electrones) o aditivo reticulante (por ejemplo, curantes fenólicos y de silano).

10 **[0232]** Las composiciones adhesivas descritas en el presente documento pueden aplicarse al sustrato deseado o adherirse de cualquier manera conocida en la técnica, en particular los métodos utilizados tradicionalmente para fabricar cintas, fundas, cajas, bandejas, dispositivos médicos, y vendajes. En otras realizaciones, las composiciones adhesivas pueden aplicarse mediante una boquilla o cabezal de revestimiento, con el equipo asociado. Las composiciones adhesivas pueden aplicarse como líneas finas, gotas o revestimientos pulverizados, además de otras formas tradicionales según se desee.

15 **[0233]** En algunas realizaciones, las composiciones adhesivas pueden aplicarse utilizando técnicas de extrusión en estado fundido. La composición adhesiva puede aplicarse mediante procesos continuos o discontinuos. Un ejemplo de un proceso discontinuo es la colocación de una parte de la composición adhesiva entre un sustrato, al cual se va a adherir la composición adhesiva, y una superficie capaz de liberar el adhesivo para formar una estructura compuesta. Un ejemplo de un método de formación continua incluye extraer la composición adhesiva desde un troquel de película calentado y posteriormente poner en contacto la composición extraída con una red de plástico móvil u otro sustrato adecuado.

20 **[0234]** En otras realizaciones, las composiciones adhesivas pueden revestirse utilizando un método basado en un disolvente. Por ejemplo, la composición adhesiva con una base de disolvente puede revestirse mediante métodos, tales como revestimiento de cuchillo, revestimiento de rodillo, revestimiento de fotograbado, revestimiento de varilla, revestimiento de cortina, y revestimiento de cuchillo de aire. A continuación, la composición adhesiva con una base de disolvente revestida se seca para eliminar el disolvente. Preferiblemente, la composición adhesiva con una base de disolvente aplicada se somete a temperaturas elevadas, tales como las suministradas por una estufa, para acelerar el secado.

25 **[0235]** En ciertas realizaciones, las composiciones se utilizan como adhesivos sensibles a la presión fundidos en caliente. Algunos adhesivos sensibles a la presión fundidos en caliente se describen en Istvan Benedek, "Technology of Pressure-Sensitive Adhesives and Products," CRC; Capítulo 3, (2008).

30 **[0236]** En algunas realizaciones, se utilizan como adhesivos basados en caucho o adhesivos de unión por contacto. Algunos adhesivos basados en caucho o adhesivos de unión por contacto se describen en A. V. Pocius, "Adhesion and Adhesives Technology," Hanser Gardner Publications; 2ª edición, capítulo 9, pág. 259-265 (2002).

40

## **EJEMPLOS**

### Purificación de los materiales de partida

45 **[0237]** El  $\beta$ -farneseno que tenía una pureza del 97,6% en peso se obtuvo de Amyris Biotechnologies Inc., Emeryville, CA. El  $\beta$ -farneseno incluía impurezas a base de hidrocarburos, tales como zingibereno, bisaboleno, epóxido de farneseno, isómero de farnesol, E,E-farnesol, escualeno, ergosterol, y algunos dímeros de farneseno. El  $\beta$ -farneseno se purificó con un tamiz molecular de 3Å para eliminar las impurezas y a continuación se redistiló bajo una atmósfera de nitrógeno para mejorar la pureza. Se destiló ciclohexano bajo una atmósfera de nitrógeno para eliminar la humedad y se almacenó con un agente desecante.

50

### Calorimetría de barrido diferencial

55 **[0238]** Se utilizó un calorímetro de barrido diferencial T4 Q<sup>2</sup>00 para determinar las temperaturas de transición vítrea (T<sub>g</sub>) de las muestras de polímeros descritos en el presente documento. Se colocó una muestra de 5 mg en una sartén de aluminio. Se mantuvieron una sartén de referencia vacía y la sartén de referencia en  $\pm 0,01$  mg. Las muestras se rastrearon de aproximadamente -175°C a aproximadamente -75°C a una velocidad de 10°C/min. Se identificó T<sub>g</sub> como la transición del cambio en una etapa en el flujo de calor. El punto medio de la transición se indicó como la T<sub>g</sub> de la muestra.

60

### Cromatografía de permeación en gel

65 **[0239]** Se utilizó la GPC para determinar los pesos moleculares y las polidispersidades de las muestras de polímeros. Se utilizó un detector del índice de refracción Waters 2414 con una bomba de HPLC isocrática Waters 1515. Se utilizó tetrahidrofurano de grado HPLC como disolvente. Se recogieron las fracciones polidispersadas de GPC. El peso molecular de una muestra se registró en general como el peso molecular promedio en número (M<sub>n</sub>) o

promedio en peso ( $M_w$ ). Cuando habían picos solapantes que impedían la determinación de una única polidispersidad de cada pico, se incorporó en el presente documento un peso molecular de pico ( $M_p$ ).

#### Análisis termogravimétrico

[0240] Las temperaturas de degradación de las muestras se determinaron mediante análisis termogravimétrico (TGA). Se colocaron aproximadamente 20 mg de una muestra en una sartén tarada. A continuación, se colocó la sartén en una estufa. Se dejó equilibrar el flujo de aire. A continuación, se calentó la muestra de temperatura ambiente a 580°C a 10°C/min. Se indicaron respectivamente las temperaturas para una pérdida de peso del 1% y el 5% de las muestras.

#### Espectroscopía Ultravioleta-Visible

[0241] Se utilizó la espectroscopía ultravioleta-visible (UV-Vis) para monitorizar el consumo durante la reacción. La reacción se dejó continuar hasta que se consumieron todos los monómeros. Se utilizó un espectrofotómetro Shimadzu UV-2450 UV-Vis. La medición del ruido del blanco se promedió a partir de cinco medidas con una cubeta de cuarzo vacía. Se tomaron periódicamente alícuotas del recipiente de reacción, que a continuación se colocó en una cubeta de cuarzo cuadrada con una distancia de haz de 1 cm. La absorbancia de la muestra es directamente proporcional a la concentración del monómero en la alícuota. El avance de la reacción se monitorizó mediante espectroscopía UV-Vis con el pico de absorción característico del  $\beta$ -farneseno a 230 nm.

#### Resistencia a la tracción

[0242] La resistencia a la tracción de las muestras se determinó utilizando un analizador de la tracción INSTRON™. Se moldeó una muestra en películas y se cortó en las dimensiones apropiadas. Se midieron el grosor y la anchura de la muestra después del procesado. Se utilizó una longitud de ensayo de 2,54 cm con una velocidad de travesaño de 25 mm/min.

#### Ensayo de empalme ("lap test")

[0243] Se empleó un ensayo de empalme para caracterizar las propiedades adhesivas de las muestras. Se mantuvieron unidos dos sustratos mediante un adhesivo. A continuación se separaron los sustratos, desprendiendo el adhesivo. La construcción falla en una de tres maneras. Cuando el sustrato falla, se denomina un fallo del sustrato. Cuando el adhesivo se desgarrar, se denomina un fallo cohesivo. Cuando falla la interfase entre el sustrato y el adhesivo, se denomina fallo del adhesivo. Se empleó un instrumento medidor de la tracción INSTRON™ para caracterizar las fuerzas implicadas en el fallo. El adhesivo se aplicó a una sección de 2 cm<sup>2</sup> con una velocidad de cruzeta de 25 mm/min. Se empleó aluminio como sustrato. El aluminio se limpió con acetona antes de la unión.

#### Resonancia magnética nuclear de <sup>1</sup>H y <sup>13</sup>C

[0244] Se utilizó la Resonancia Magnética Nuclear de <sup>1</sup>H y <sup>13</sup>C para caracterizar las microestructuras químicas de las muestras. Se utilizó un aparato de RMN de 300 MHz Varian Mercury para estas mediciones. Se utilizó cloroformo deuterado como disolvente. Se repitieron varias mediciones para recoger los espectros.

#### Ejemplo 1 - 1,4-polifarneseno que tiene un $M_n$ de 105.000

[0245] A un reactor de tres bocas secado bajo una atmósfera de argón se le añadió una disolución presecada que comprendía 92,29 g de  $\delta$ -farneseno en ciclohexano al 13,7%. Se añadió n-butil litio ( $1,85 \times 10^{-3}$  mol, obtenido en Acros, Morris Plains, NJ) al reactor como iniciador, y el reactor se calentó a aproximadamente 50°C durante aproximadamente 19 horas hasta que todo el  $\beta$ -farneseno se consumió, controlándose mediante espectroscopía de UV-Vis. El ejemplo 1 se precipitó de la mezcla de reacción con una disolución al 1% de etanol y t-butil catecol (obtenido en Sigma-Aldrich, St. Louis, MO). Después de secar en una estufa de vacío a aproximadamente 60°C durante aproximadamente 2 horas, el ejemplo 1 se mantuvo al vacío durante aproximadamente 16 horas. Posteriormente, el ejemplo 1, recogido a 89,93 g (rendimiento del 97%) , se conservó en una nevera para evitar que se produjese reticulación antes de la caracterización.

[0246] El avance de la síntesis del ejemplo 1 se controló mediante la desaparición del  $\beta$ -farneseno, medido mediante UV-Vis en la mezcla de reacción. La figura 1 muestra los espectros de ultravioleta-visible (UV-Vis) del ejemplo 1 y  $\beta$ -farneseno. El pico de absorción característico del  $\beta$ -farneseno a 230 nm está presente en el espectro de UV-vis para el  $\beta$ -farneseno en la figura 1, pero está ausente en el espectro de UV-vis para el ejemplo 1 en la figura 1.

[0247] El peso molecular y la polidispersidad del ejemplo 1 se determinaron mediante GPC. La figura 2 muestra la curva de GPC del ejemplo 1. El peso molecular promedio en número ( $M_n$ ), el peso molecular promedio en peso ( $M_w$ ), el pico de peso molecular ( $M_p$ ), el peso molecular promedio z ( $M_z$ ), el peso molecular promedio z+1 ( $M_{z+1}$ ),  $M_w/M_n$  (es decir, la polidispersidad) ,  $M_z/M_w$ , y  $M_{z+1}/M_w$  del ejemplo 1 se muestran en la tabla 1. Las definiciones de  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_z$ ,  $M_{z+1}$ ,  $M_p$ , y la polidispersidad pueden encontrarse en Technical Bulletin TB021, "Molecular Weight Distribution and

Definitions of  $M_w$  Averages", publicado por Polymer Laboratories. Algunos métodos para medir los pesos moleculares de polímeros pueden encontrarse en el libro de Malcolm P. Stevens, "Polymer Chemistry: An Introduction", Oxford University Press, capítulo 2 (1999), pág. 35-58. Se calculó que el número de unidades de farneseno en el ejemplo 1 era de aproximadamente 490.

5

Tabla 1

Propiedades	Ejemplo 1
$M_n$	104.838 g/mol
$M_w$	147.463 g/mol
$M_p$	144.216 g/mol
$M_z$	207.084 g/mol
$M_{z+1}$	314.887 g/mol
Polidispersidad	1,406588
$M_z/M_w$	1,404311
$M_{z+1}/M_w$	2,135360

10 [0248] La figura 3 muestra el espectro de  $RM_N^{13}C$  del ejemplo 1. Los picos a 77,28 ppm, 77,02 ppm, y 76,77 ppm se asociaron con el cloroformo deuterado utilizado para recoger el espectro de  $RM_N^{13}C$ . El pico característico que identifica el ejemplo 1 estaba a 139,05 ppm.

15 [0249] La figura 4 muestra el espectro de  $RM_N^1H$  del ejemplo 1. Los picos a 4,85 ppm y 4,81 ppm se asociaron con la microestructura 3,4. Los picos a 5,17 ppm, 5,16 ppm, 5,14 ppm, y 5,13 ppm se asociaron con las microestructuras 1,4 y 3,4. En base a las áreas bajo los picos de la figura 4, se encontró que aproximadamente el 12% de las unidades de farneseno en el ejemplo 1 tenían la microestructura 3,4.

20 [0250] La curva de DSC del ejemplo 1 se muestra en la figura 5. Las características térmicas del ejemplo 2 se midieron mediante DSC. Se observó que la  $T_g$  del ejemplo 1 era de aproximadamente  $-76^\circ C$ . No se detectó ningún otro punto térmico entre  $-175^\circ C$  y  $75^\circ C$ .

25 [0251] La curva TGA del ejemplo 1 medida en aire se muestra en la figura 6. La temperatura de descomposición del ejemplo 1 en aire se determinó mediante TGA. La pérdida del 1% del peso del ejemplo 1 en aire se registró a  $210^\circ C$  y la pérdida del 5% del peso del ejemplo 1 en aire se registró a  $307^\circ C$ .

[0252] La curva TGA del ejemplo 1 medida bajo una atmósfera de nitrógeno se muestra en la figura 7. La pérdida del 1% del peso del ejemplo 1 bajo una atmósfera de nitrógeno se registró a  $307^\circ C$  y la pérdida del 5% del peso del ejemplo 1 bajo una atmósfera de nitrógeno se registró a  $339^\circ C$ .

30 [0253] Se observó que el ejemplo 1 era pegajoso. El ensayo de empalme del ejemplo 1 se muestra en la figura 8. La capacidad adhesiva del ejemplo 1 se midió mediante el ensayo de empalme. Se observó que la energía adhesiva del ejemplo 1 era de aproximadamente  $11.400 J/m^2$  con un pico de tensión de aproximadamente  $314 N/m^2$ .

#### Ejemplo 2 - 1,4-polifarneseno que tiene un $M_n$ de 245.000

35 [0254] El ejemplo 2 es un 1,4-polifarneseno que tiene un  $M_n$  de aproximadamente 245.000 g/mol. El ejemplo 2 se sintetizó de manera similar según el procedimiento del 1, excepto que se utilizó sec-butil litio como iniciador. Se observó que el peso neto del ejemplo 2 era de 83,59 g (rendimiento del 71,4%). El rendimiento es inferior porque se extrajeron alícuotas para monitorizar la progresión de la reacción.

40 [0255] El peso molecular y la dispersidad del ejemplo 2 se determinaron mediante GPC. La figura 9 muestra la curva de GPC del ejemplo 2. El  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_p$ ,  $M_z$ ,  $M_{z+1}$ , la polidispersidad,  $M_z/M_w$ , y  $M_{z+1}/M_w$  del ejemplo 2 se muestran en la tabla 2. Se calculó que el número de unidades de farneseno en el ejemplo 2 era de aproximadamente 2000. Debido al mayor peso molecular del ejemplo 2, presentaba un mayor nivel de reticulación y un tiempo de relajación más

45 largo que el ejemplo 1.

Tabla 2

Propiedades	Ejemplo 1
$M_n$	244.747 g/mol
$M_w$	457.340 g/mol
$M_p$	501.220 g/mol
$M_z$	768.187 g/mol
$M_{z+1}$	1.132.362 g/mol
Polidispersidad	1,868622
$M_z/M_w$	1,679684

$M_{z+1}/M_w$	2,475971
---------------	----------

[0256] La curva DSC del ejemplo 2 se muestra en la figura 10. Las características térmicas del ejemplo 2 se midieron mediante DSC. Se observó que la Tg del ejemplo 2 era de aproximadamente -76°C.

5 [0257] Los resultados del ensayo de tracción del ejemplo 2 se muestran en la figura 11. La resistencia a la tracción del ejemplo 2 se midió mediante un ensayo de tracción. Se observó que el ejemplo 2 era blando, pegajoso y cedía rápidamente. Tal como se muestra en la figura 11, se observó que el pico del alargamiento del ejemplo 2 era de aproximadamente el 6% con una resistencia a la tracción máxima de aproximadamente 19 psi. Se calculó que el módulo del ejemplo 2 era de aproximadamente 4,6 kpsi. El ejemplo 2 continuó cediendo hasta un alargamiento de  
10 aproximadamente el 40%.

#### Ejemplo 3 - 3,4-polifarneseno

15 [0258] El ejemplo 3 se sintetizó de manera similar según el procedimiento del ejemplo 1, excepto que se añadió n-butyl litio ( $1,71 \times 10^{-3}$  mol) en presencia de N,N,N',N'-tetrametiletildiamina ( $1,71 \times 10^{-3}$  mol, TMEDA, obtenida de Sigma-Aldrich, St. Louis, MO). Se observó que el peso neto del ejemplo 3 era de 82,72 g (rendimiento del 97%) .

20 [0259] El peso molecular y la polidispersidad del ejemplo 3 se determinaron mediante GPC. La figura 12 muestra la curva de GPC del ejemplo 3. Los dos picos en la figura 12 indican que se formaron dos fracciones de peso diferenciado en el ejemplo 3. El  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_z$ ,  $M_{z+1}$ , la polidispersidad,  $M_z/M_w$ , y  $M_{z+1}/M_w$  del ejemplo 3 se muestran en la tabla 3. Se observó que el  $M_p$  del primer pico en la figura 12 era de aproximadamente 97.165 g/mol. Se observó que el  $M_p$  del segundo pico en la figura 12 era de aproximadamente 46.582 g/mol. Se calculó que el número de unidades de farneseno en el ejemplo 3 era de aproximadamente 240.

25 Tabla 3

Propiedades	Ejemplo 1
$M_n$	45.818 g/mol
$M_w$	47.644 g/mol
$M_z$	49.134 g/mol
$M_{z+1}$	50.527 g/mol
Polidispersidad	1,039844
$M_z/M_w$	1,031269
$M_{z+1}/M_w$	1,060509

30 [0260] La figura 13 muestra el espectro de  $RM_N^{13}C$  del ejemplo 3. Los picos a 77,33 ppm, 77,07 ppm, y 76,82 ppm eran picos de cloroformo deuterado utilizado para recoger el espectro de  $RM_N^{13}C$ . El pico característico que identifica el ejemplo 1 a 139,05 ppm estaba ausente en la figura 13, indicando una microestructura regular del ejemplo 3.

35 [0261] La figura 14 muestra el espectro de  $RM_N^1H$  del ejemplo 3. Los picos a 4,85 ppm y 4,81 se asociaron con una microestructura 3,4. Los picos a 5,21 ppm, 5,19 ppm, 5,18 ppm, 5,16 ppm, y 5,15 ppm se asociaron con microestructuras 1,4 y 3,4. En base a las áreas bajo los picos de la figura 14, se observó que aproximadamente el 10% de unidades de farneseno en el ejemplo 3 tenían la microestructura 1,4.

40 [0262] La curva DSC del ejemplo 3 se muestra en la figura 15. Las características térmicas del ejemplo 3 se midieron mediante DSC. Se observó que la Tg del ejemplo 3 era de aproximadamente -76 °C. No se detectó ningún otro punto térmico entre -175°C y 75°C.

45 [0263] La curva TGA del ejemplo 1 medida en aire se muestra en la figura 16. La temperatura de descomposición del ejemplo 3 en aire se determinó mediante TGA. La pérdida del 1% del peso del ejemplo 1 en aire se registró a 191°C y la pérdida del 5% del peso del ejemplo 1 en aire se registró a 265°C.

50 [0264] Se observó que el ejemplo 3 era un fluido viscoso muy pegajoso. Los resultados del ensayo de empalme del ejemplo 3 se muestran en la figura 17. La capacidad adhesiva del ejemplo 3 se midió mediante el ensayo de empalme. Se observó que la energía adhesiva del ejemplo 3 era de aproximadamente 12.900 J/m<sup>2</sup> con un pico de tensión de aproximadamente 430 N/m<sup>2</sup>.

#### Ejemplo 4 - poliestireno-1,4-polifarneseno-poliestireno

55 [0265] A un primer reactor de tres bocas secado bajo una atmósfera de argón se le añadió una disolución presecada de  $\beta$ -farneseno al 12% en ciclohexano. A un segundo reactor de tres bocas secado bajo una atmósfera de argón se le añadieron 20,65 g de una disolución de estireno al 10% en ciclohexano. A continuación, a la disolución de estireno se le añadió n-butyl litio ( $6,88 \times 10^{-4}$  mol) en el reactor como iniciador, y el reactor se calentó a aproximadamente

50°C durante aproximadamente 16 horas, hasta que se consumió todo el estireno, controlándose mediante GPC. A continuación, se transfirieron al reactor 161,8 g de una disolución de  $\beta$ -farneseno (es decir, 19,61 g de  $\beta$ -farneseno) bajo una atmósfera de argón. La reacción se dejó reaccionar hasta que se completó durante aproximadamente 7 horas, controlándose mediante GPC. A continuación, se añadieron tres partes alícuotas iguales del agente de acoplamiento diclorosilano ( $3,44 \times 10^{-4}$  mol, obtenido en Acros, Morris Plains, NJ) al reactor, de forma que la proporción molar de Li con respecto a Cl de la mezcla de reacción era de 1:2. La mezcla de reacción se dejó reaccionar hasta que se completó, tal como se indica por un cambio de color de amarillo a transparente en el reactor. El ejemplo 4 precipitó de la mezcla de reacción con una disolución al 1% de t-butilcatecol en etanol. Después de secar en una estufa de vacío a aproximadamente 6 °C durante aproximadamente 2 horas, el ejemplo 4 se mantuvo al vacío durante aproximadamente 16 horas. A continuación, el ejemplo 4, recogido a 30,15 g (rendimiento del 97%), se conservó en una nevera para evitar que se produjese reticulación antes de la caracterización.

[0266] La curva de GPC del poliestireno se muestra en la figura 18. El avance de la reacción de síntesis del poliestireno se controló mediante GPC. Los dos picos en la figura 18 indican que se formaron dos fracciones de poliestireno de peso diferenciado. El  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_z$ ,  $M_{z+1}$ , la polidispersidad,  $M_z/M_w$ , y  $M_{z+1}/M_w$  del poliestireno se muestran en la tabla 4. Se observó que el  $M_p$  del primer pico en la figura 18 era de aproximadamente 59.596 g/mol. Se observó que el  $M_p$  del segundo pico en la figura 18 era de aproximadamente 28.619 g/mol.

Tabla 4

Propiedades	Poliestireno
$M_n$	28.396 g/mol
$M_w$	29.174 g/mol
$M_z$	29.895 g/mol
$M_{z+1}$	30.598 g/mol
Polidispersidad	1,027385
$M_z/M_w$	1,024739
$M_{z+1}/M_w$	1,048810

[0267] El poliestireno formado actuó a continuación como iniciador para iniciar la polimerización con  $\beta$ -farneseno para formar un copolímero de dibloque de poliestireno-1,4-polifarneseno. La curva de GPC del copolímero de dibloque se muestra en la figura 19. El avance de la reacción de síntesis del copolímero de dibloque se controló mediante GPC. Los tres picos en la figura 19 indican que había tres fracciones de peso diferenciado en la disolución de reacción del copolímero de dibloque. El  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_p$ ,  $M_z$ ,  $M_{z+1}$ , la polidispersidad,  $M_z/M_w$ , y  $M_{z+1}/M_w$  del copolímero de dibloque se muestran en la tabla 5. Se observó que el  $M_p$  del primer pico en la figura 19, que corresponde al poliestireno-1,4-polifarneseno-poliestireno, era de aproximadamente 141.775 g/mol. Se observó que el  $M_p$  del segundo pico en la figura 19, que corresponde al copolímero de dibloque, era de aproximadamente 63.023 g/mol. Se calculó que el peso molecular del 1,4-polifarneseno en el copolímero de dibloque era de aproximadamente 35.000 g/mol. Se observó que el  $M_p$  del tercer pico en la figura 19, que corresponde al poliestireno, era de aproximadamente 29.799 g/mol.

Tabla 5

Propiedades	Copolímero de dibloque de poliestireno-1,4-polifarneseno
$M_n$	29.434 g/mol
$M_w$	30.345 g/mol
$M_p$	29.799 g/mol
$M_z$	31.172 g/mol
$M_{z+1}$	31.936 g/mol
Polidispersidad	1,030949
$M_z/M_w$	1,027264
$M_{z+1}/M_w$	1,052449

[0268] El copolímero de dibloque de poliestireno-1,4-polifarneseno se acopló posteriormente para formar el ejemplo 4. La figura 20 muestra la curva de GPC del ejemplo 4. El peso molecular y la polidispersidad del ejemplo 4 se determinaron mediante GPC. Los tres picos en la figura 20 indican que había tres fracciones de peso diferenciado para el producto de acoplamiento formado. El  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_z$ ,  $M_{z+1}$ , la polidispersidad,  $M_z/M_w$ , y  $M_{z+1}/M_w$  del producto del acoplamiento se muestran en la tabla 6. Se observó que el  $M_p$  del primer pico en la figura 20, que corresponde al ejemplo 4, era de aproximadamente 138.802 g/mol. El ejemplo 4 se obtuvo en aproximadamente 10% del producto del acoplamiento. Se calculó que el número de unidades de monómero de farneseno en el ejemplo 4 era de aproximadamente 300. Se observó que el  $M_p$  del segundo pico en la figura 20, que corresponde a los copolímeros de dibloque de poliestireno-1,4-polifarneseno, era de aproximadamente 63.691 g/mol. Se observó que el  $M_p$  del tercer pico en la figura 20, que corresponde al poliestireno, era de aproximadamente 29.368 g/mol.

Tabla 6

Propiedades	Ejemplo 4
$M_n$	138.240 g/mol
$M_w$	142.147 g/mol
$M_z$	146.636 g/mol
$M_{z+1}$	151.848 g/mol
Polidispersidad	1,028264
$M_z/M_w$	1,031576
$M_{z+1}/M_w$	1,068242

- 5 **[0269]** La figura 21 muestra el espectro de  $RM_N$  de  $^{13}C$  del ejemplo 4. Los picos a 77,68 ppm, y 76,83 ppm son los picos asociados al cloroformo deuterado utilizado para recoger el espectro de  $RM_N$  de  $^{13}C$ . Otros picos en la figura 21 son picos asociados con el 1,4-polifarneseno y el poliestireno. El pico característico que identifica al 1,4-polifarneseno a 139,26 ppm está presente en la figura 21, lo cual indica la presencia de 1,4-polifarneseno en el ejemplo 4.
- 10 **[0270]** La figura 22 muestra el espectro de  $RM_N$  de  $^1H$  del ejemplo 4. Los picos a 4,85 ppm y 4,81 ppm son los picos asociados con la microestructura 3,4. Los picos a 5,10 ppm, 5,12 ppm, y 5,14 ppm son los picos asociados con las microestructuras 1,4 y 3,4. En base a las áreas bajo los picos de la figura 22, se observó que aproximadamente el 3% de las unidades de farneseno en el ejemplo 4 tenían la microestructura 3,4.
- 15 **[0271]** La curva de DSC del ejemplo 4 se muestra en la figura 23. Las características térmicas del ejemplo 4 se midieron mediante DSC. Se observó que la  $T_g$  del 1,4-polifarneseno en el ejemplo 4 era de aproximadamente -76 °C. Se observó que la  $T_g$  del poliestireno en el ejemplo 4 era de aproximadamente 96°C. No se detectó ningún otro punto térmico entre -175°C y 75°C.
- 20 **[0272]** La curva de TGA del ejemplo 4 medida en aire se muestra en la figura 24. La temperatura de descomposición del ejemplo 4 en aire se determinó mediante TGA. La pérdida del 1% del peso del ejemplo 4 en aire se registró a 307°C y la pérdida del 5% del peso del ejemplo 4 en aire se registró a 333°C.
- 25 **[0273]** Los resultados del ensayo de tracción del ejemplo 4 se muestran en la figura 25. La resistencia a la tracción del ejemplo 4 se midió mediante un ensayo de tracción. El ejemplo 4 era rígido pero cedía. Tal como se muestra en la figura 25, se determinó que el alargamiento en la rotura del ejemplo 4 era de aproximadamente el 425% con un máximo de resistencia a la tracción de aproximadamente 152 psi. Se calculó que el módulo del ejemplo 4 era de aproximadamente 31,9 kpsi. La tensión con un alargamiento del 330% del ejemplo 4 era de aproximadamente 122 psi.
- 30 **[0274]** Se observó que el ejemplo 4 era pegajoso. Los resultados del ensayo de empalme del ejemplo 4, debido al fallo del adhesivo, se muestran en la figura 26. Se observó que la energía adhesiva del ejemplo 4 era de aproximadamente 2.928.000 J/m<sup>2</sup> con un pico de tensión de aproximadamente 134.000 N/m<sup>2</sup>.
- 35 Ejemplo 5 - poliestireno-3,4-polifarneseno-poliestireno
- [0275]** A un primer reactor de tres bocas secado bajo una atmósfera de argón se le añadió una disolución presecada de  $\beta$ -farneseno al 12% en ciclohexano. A un segundo reactor de tres bocas secado bajo una atmósfera de argón se le añadió una disolución presecada de estireno al 10% en ciclohexano. A continuación, se transfirieron 141,1 g de la disolución de estireno (es decir, 14,82 g de estireno) a un reactor secado bajo una atmósfera de argón. Se añadió una mezcla de n-butil litio ( $5,84 \times 10^{-4}$  mol) y TMEDA ( $5,02 \times 10^{-4}$  mol) al reactor como iniciador, y el reactor se calentó a aproximadamente 50°C durante aproximadamente 16 horas, hasta que se consumió todo el estireno, controlándose mediante GPC. A continuación, se transfirieron al reactor 143,07 g de una disolución de  $\beta$ -farneseno (es decir, 15,74 g de  $\beta$ -farneseno) bajo una atmósfera de argón. La reacción se dejó reaccionar hasta que se completó durante aproximadamente 16 horas, controlándose mediante GPC. A continuación, se añadió un agente de acoplamiento de diclorosilano al reactor en tres partes alícuotas iguales, de forma que la proporción molar de Li con respecto a Cl era de 1:2. La mezcla de reacción se dejó reaccionar hasta que se completó, tal como se indica por un cambio de color de amarillo a transparente en el reactor. El ejemplo 5 precipitó de la mezcla de reacción con una disolución al 1% de t-butilcatecol en etanol. Después de secar en una estufa de vacío a aproximadamente 60°C durante aproximadamente 2 horas, el ejemplo 5 se mantuvo al vacío durante aproximadamente 16 horas. A continuación, el ejemplo 5, recogido a 28,75 g (rendimiento del 96%), se conservó en una nevera para evitar que se produjese reticulación antes de la caracterización.
- 55 **[0276]** La curva de GPC del poliestireno se muestra en la figura 27. El avance de la reacción de síntesis del poliestireno se controló mediante GPC. Los dos picos en la figura 27 indican que existían dos fracciones de poliestireno de peso diferenciado. El  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_z$ ,  $M_{z+1}$ , la polidispersidad,  $M_z/M_w$ , y  $M_{z+1}/M_w$  del poliestireno se muestran en la tabla 7. Se observó que el  $M_p$  del primer pico en la figura 27 era de aproximadamente 65.570 g/mol.

Se observó que el  $M_p$  del segundo pico en la figura 27 era de aproximadamente 32.122 g/mol.

Tabla 7

Propiedades	Poliestireno
$M_n$	27.915 g/mol
$M_w$	30.898 g/mol
$M_z$	32.608 g/mol
$M_{z+1}$	33.819 g/mol
Polidispersidad	1,106849
$M_z/M_w$	1,055361
$M_{z+1}/M_w$	1,094557

5 [0277] El poliestireno formado actuó a continuación como iniciador para iniciar la polimerización con  $\beta$ -farneseno para formar un copolímero de dibloque de poliestireno-3,4-polifarneseno. La curva de GPC del copolímero de dibloque se muestra en la figura 28. El avance de la reacción de síntesis del copolímero de dibloque se controló mediante GPC. Los tres picos en la figura 28 indican que había tres fracciones de peso diferenciado en la disolución de reacción del copolímero de dibloque. El  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_p$ ,  $M_z$ ,  $M_{z+1}$ , la polidispersidad,  $M_z/M_w$ , y  $M_{z+1}/M_w$  del copolímero de dibloque se muestran en la tabla 8. Se observó que el  $M_p$  del primer pico en la figura 28, que corresponde al poliestireno-3,4-polifarneseno-poliestiereno, era de aproximadamente 174.052 g/mol. Se observó que el  $M_p$  del segundo pico en la figura 28, que corresponde al copolímero de dibloque, era de aproximadamente 86.636 g/mol. Se calculó que el peso molecular del 3,4-polifarneseno en el copolímero de dibloque era de aproximadamente 54.000 g/mol. Se observó que el  $M_p$  del tercer pico en la figura 28, que corresponde al poliestireno, era de aproximadamente 33.955 g/mol.

Tabla 8

Propiedades	Copolímero de dibloque de poliestireno-3,4-polifarneseno
$M_n$	27,801 g/mol
$M_w$	31.379 g/mol
$M_z$	33.539 g/mol
$M_{z+1}$	35.033 g/mol
Polidispersidad	1.128697
$M_z/M_w$	1.068833
$M_{z+1}/M_w$	1.116447

20 [0278] El copolímero de dibloque de poliestireno-3,4-polifarneseno se acopló posteriormente para formar el ejemplo 5. La figura 29 muestra la curva de GPC del ejemplo 5. El peso molecular y la polidispersidad del ejemplo 5 se determinaron mediante GPC. Los tres picos en la figura 29 indicaban que había tres fracciones de peso diferenciado para el producto del acoplamiento formado. El  $M_n$ ,  $M_w$ ,  $M_z$ ,  $M_{z+1}$ , la polidispersidad,  $M_z/M_w$ , y  $M_{z+1}/M_w$  del ejemplo 5 se muestran en la tabla 9. Se observó que el  $M_p$  del primer pico en la figura 29, que corresponde al ejemplo 5, era de aproximadamente 148.931 g/mol. El ejemplo 5 se obtuvo en aproximadamente el 33% del producto de acoplamiento. Se calculó que el número de unidades de monómero de farneseno en el ejemplo 5 era de aproximadamente 300. Se determinó que el pico de peso molecular de los bloques en el ejemplo 5 era de aproximadamente 32.000-108.000-32.000 g/mol. El  $M_p$  del segundo pico en la figura 29, que corresponde al copolímero de dibloque de poliestireno-3,4-polifarneseno, era de aproximadamente 81.424 g/mol. Se observó que el  $M_p$  del tercer pico en la figura 29, que corresponde al poliestireno, era de aproximadamente 32.819 g/mol.

Tabla 9

Propiedades	Ejemplo 4
$M_n$	28.179 g/mol
$M_w$	30.815 g/mol
$M_z$	32.590 g/mol
$M_{z+1}$	33.905 g/mol
Polidispersidad	1,093554
$M_z/M_w$	1,057606
$M_{z+1}/M_w$	1,00250

35 [0279] La figura 30 muestra el espectro de  $RM_N^{13}C$  del ejemplo 5. Los picos a 77,72 ppm, 77,29 ppm, y 76,87 ppm eran picos de cloroformo deuterado utilizado para recoger el espectro de  $RM_N^{13}C$ . Otros picos en la figura 30 se asociaron con 3,4-polifarneseno y poliestireno. El pico característico que identifica 1,4-polifarneseno a 139,05 ppm estaba ausente en la figura 30, indicando una microestructura regular del ejemplo 5.

40

[0280] La figura 31 muestra el espectro de  $RM_N^1H$  del ejemplo 5. Los picos a 4,85 ppm y 4,81 se asociaron con una microestructura 3,4. Los picos a 5,15 ppm y 5,13 ppm se asociaron con microestructuras 1,4 y 3,4. En base a las áreas bajo los picos de la figura 31, se observó que aproximadamente el 5% de unidades de farneseno en el ejemplo 5 tenían la microestructura 1,4.

[0281] La curva de DSC del ejemplo 5 se muestra en la figura 32. Las características térmicas del ejemplo 5 se midieron mediante DSC. Se observó que la  $T_g$  del 3,4-polifarneseno en el ejemplo 5 era de aproximadamente  $-72^\circ C$ . Se observó que la  $T_g$  del poliestireno en el ejemplo 5 era de aproximadamente  $94^\circ C$ . No se detectó ningún otro punto térmico entre  $-175^\circ C$  y  $75^\circ C$ .

[0282] La curva de TGA del ejemplo 5 medida en aire se muestra en la figura 33. La temperatura de descomposición del ejemplo 5 en aire se determinó mediante TGA. La pérdida del 1% del peso del ejemplo 5 en aire se registró a  $240^\circ C$  y la pérdida del 5% del peso del ejemplo 4 en aire se registró a  $327^\circ C$ .

[0283] Los resultados del ensayo de tracción del ejemplo 5 se muestran en la figura 34. La resistencia a la tracción del ejemplo 5 se midió mediante un ensayo de tracción. El ejemplo 5 era rígido pero cedía. Tal como se muestra en la figura 34, se determinó que el alargamiento en la rotura del ejemplo 5 era de aproximadamente el 175% con un máximo de resistencia a la tracción de aproximadamente 768 psi. Se calculó que el módulo del ejemplo 5 era de aproximadamente 39,5 kpsi.

[0284] El ejemplo 5 se purificó adicionalmente mediante una extracción repetida con 4 veces el disolvente hexano. La curva de GPC del ejemplo 5 purificado se muestra en la figura 35. La extracción del ejemplo 5 a partir del producto del acoplamiento se evaluó mediante GPC. Después de la extracción, el ejemplo 5, mostrado como el primer pico en la figura 35, aumentó hasta aproximadamente el 60% del producto extraído. El copolímero de dibloque de poliestireno-3,4-polifarneseno, mostrado como el segundo pico en la figura 35, se redujo hasta aproximadamente el 30% del producto extraído. El poliestireno, mostrado como el tercer pico en la figura 35, se redujo hasta aproximadamente el 10% del producto extraído.

[0285] La curva de GPC del disolvente de extracción hexano se muestra en la figura 36. Después de la extracción, el ejemplo 5 existía en una cantidad muy baja en el disolvente de extracción, mostrado como el primer pico en la figura 36. Se extrajo una cantidad significativa del copolímero de dibloque de poliestireno-3,4-polifarneseno al disolvente de extracción, mostrado como el segundo pico en la figura 36. La mayoría del poliestireno se extrajo al disolvente de extracción, mostrado como el tercer pico en la figura 36.

[0286] Los resultados del ensayo de tracción del ejemplo 5 purificado se muestran en la figura 37. La resistencia a la tracción del ejemplo 5 purificado se midió mediante un ensayo de tracción. El ejemplo 5 era blando y cedía con facilidad. Tal como se muestra en la figura 37, se determinó que el alargamiento en la rotura del ejemplo 5 purificado era de aproximadamente el 550% con un máximo de resistencia a la tracción de aproximadamente 340 psi. Se calculó que el módulo del ejemplo 5 era de aproximadamente 65,9 kpsi. Se observó que la tensión con un alargamiento del 300% del ejemplo 5 era de aproximadamente 133 psi.

#### Ejemplo 6 - Polifarneseno modificado con anhídrido maleico (disolvente)

[0287] Se añaden el ejemplo 1 (aproximadamente 250 partes en peso) y anhídrido maleico (aproximadamente 50 partes en peso) a aproximadamente 5000 ml de un disolvente, tal como clorobenceno. A continuación, la mezcla resultante se agita a  $110^\circ C$  para formar una solución de reactivos. A continuación, se añade gota a gota una solución (aproximadamente 750 ml) de peróxido de benzoilo (aproximadamente 2,5 partes en peso) en el disolvente a la solución de reactivos durante 2 horas, seguido del calentamiento de la mezcla de reacción a  $110^\circ C$  durante 3 horas. El producto se obtiene vertiendo la mezcla de reacción en un disolvente frío, tal como acetona. El producto (es decir, polifarneseno modificado con anhídrido maleico) se separa por filtración, se lava y se seca.

#### Ejemplo 7 - Polifarneseno modificado con metacrilato de 2-hidroxietilo (disolvente)

[0288] Se añaden el ejemplo 1 (aproximadamente 250 partes en peso) y metacrilato de 2-hidroxietilo (aproximadamente 75 partes en peso) a aproximadamente 5000 ml de un disolvente, tal como xileno, contenido en un matraz con un agitador bajo atmósfera de nitrógeno. A continuación, la mezcla resultante se agita a  $110^\circ C$  para formar una solución de reactivos. A continuación, se añade gota a gota una solución (aproximadamente 500 ml) de peróxido de benzoilo (aproximadamente 2,5 partes en peso) en el disolvente a la solución de reactivos durante 2 horas, seguido del calentamiento de la mezcla de reacción a  $110^\circ C$  durante 3 horas. El producto se obtiene vertiendo la mezcla de reacción en un disolvente frío, tal como acetona. El producto (es decir, polifarneseno modificado con metacrilato de 2-hidroxietilo) se separa por filtración, se lava y se seca.

#### Ejemplo 8 - Polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo (disolvente)

[0289] Se añaden el ejemplo 1 (aproximadamente 250 partes en peso) y metacrilato de glicidilo (aproximadamente 75 partes en peso) a aproximadamente 5000 ml de un disolvente, tal como xileno, contenido en un matraz con un

agitador bajo atmósfera de nitrógeno. A continuación, la mezcla resultante se agita a 110 °C para formar una solución de reactivos. A continuación, se añade gota a gota una solución (aproximadamente 500 ml) de peróxido de benzoilo (aproximadamente 2,5 partes en peso) en el disolvente a la solución de reactivos durante 2 horas, seguido del calentamiento de la mezcla de reacción a 110°C durante 3 horas. El producto se obtiene vertiendo la mezcla de reacción en un disolvente frío, tal como acetona. El producto (es decir, polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo) se separa por filtración, se lava y se seca.

#### Ejemplo 9 - Polifarneseno modificado con anhídrido maleico (extrusor)

**[0290]** Se añaden en un mezclador el ejemplo 4 (aproximadamente 100 partes en peso), anhídrido maleico (aproximadamente 1,5 partes en peso), peróxido de dicumilo (aproximadamente 0,1 partes en peso). La mezcla resultante se extruye en un extrusor a una velocidad de husillo de aproximadamente 50-200 rpm y un perfil de temperatura de cilindro que variaba de aproximadamente 100°C a aproximadamente 300°C, se desactivó en agua y se peletizó para formar el polifarneseno modificado con anhídrido maleico en forma de pélet.

#### Ejemplo 10 - Polifarneseno modificado con 1-(4-hidroxifenil)succinimida (extrusor)

**[0291]** Se mezcla el ejemplo 9 (aproximadamente 100 partes en peso) en un mezclador con m-aminofenol (aproximadamente 1,7 partes en peso). La mezcla resultante se extruye en un extrusor a una velocidad de husillo de 25-200 rpm y un perfil de temperatura de cilindro que variaba de aproximadamente 100°C a aproximadamente 300°C, se desactivó en agua y se peletizó para formar el polifarneseno modificado con 1-(4-hidroxifenil)succinimida en forma de pélet.

#### Ejemplo 11 - Polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo (extrusor)

**[0292]** Se mezclan en un mezclador el ejemplo 4 (aproximadamente 100 partes en peso), metacrilato de glicidilo (aproximadamente 1,5 partes en peso), peróxido de dicumilo (aproximadamente 0,1 partes en peso). La mezcla resultante se extruye en un extrusor a una velocidad de husillo de aproximadamente 50-200 rpm y un perfil de temperatura de cilindro que variaba de aproximadamente 100°C a aproximadamente 300°C, se desactivó en agua y se peletizó para formar el polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo en forma de pélet.

#### Ejemplo 12 - Polifarneseno modificado con anhídrido maleico-g-poliéster

**[0293]** Se produce un polifarneseno modificado con anhídrido maleico-g-poliéster mediante la mezcla en líquido del ejemplo 6 o el ejemplo 9 con un poliéster terminado en hidroxilo a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

#### Ejemplo 13 - Polifarneseno modificado con anhídrido maleico-g-policarbonato

**[0294]** Se produce un polifarneseno modificado con anhídrido maleico-g-policarbonato mediante la mezcla en líquido del ejemplo 6 o el ejemplo 9 con un policarbonato terminado en hidroxilo a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

#### Ejemplo 14 - Polifarneseno modificado con anhídrido maleico-g-poliamida

**[0295]** Se produce un polifarneseno modificado con anhídrido maleico-g-poliamida mediante la mezcla en líquido del ejemplo 6 o el ejemplo 9 con una poliamida terminada en amino a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

#### Ejemplo 15 - Polifarneseno modificado con anhídrido maleico-g-resina fenólica novolac

**[0296]** Se produce un polifarneseno modificado con anhídrido maleico-g-resina fenólica novolac mediante la mezcla en líquido del ejemplo 6 o el ejemplo 9 con una resina fenólica novolac a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

#### Ejemplo 16 - Polifarneseno modificado con metacrilato de 2-hidroxetilo-g-poliéster

**[0297]** Se produce un polifarneseno modificado con metacrilato de 2-hidroxetilo-g-poliéster mediante la mezcla en líquido del ejemplo 7 con un poliéster terminado en carboxilo o terminado en epoxi a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

Ejemplo 17 - Polifarneseno modificado con 1-(4-hidroxifenil)succinimida -g-poliéster

5 **[0298]** Se produce un polifarneseno modificado con 1-(4-hidroxifenil)succinimida-g-poliéster mediante la mezcla en líquido del ejemplo 10 con un poliéster terminado en carboxilo o terminado en epoxi a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

Ejemplo 18 - Polifarneseno modificado con metacrilato de 2-hidroxietilo-g-poliamida

10 **[0299]** Se produce un polifarneseno modificado con metacrilato de 2-hidroxetilo-g-poliamida mediante la mezcla en líquido del ejemplo 7 con una poliamida terminada en carboxilo o terminada en epoxi a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

15 Ejemplo 19 - Polifarneseno modificado con 1-(4-hidroxifenil)succinimida-g-poliamida

20 **[0300]** Se produce un polifarneseno modificado con 1-(4-hidroxifenil)succinimida-g-poliamida mediante la mezcla en líquido del ejemplo 10 con una poliamida terminada en carboxilo o terminada en epoxi a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

Ejemplo 20 - Polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo-g-poliéster

25 **[0301]** Se produce un polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo-g-poliéster mediante la mezcla en líquido del ejemplo 8 o el ejemplo 11 con un poliéster terminado en hidroxilo o terminado en carboxilo a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

30 Ejemplo 21 - Polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo-g-policarbonato

35 **[0302]** Se produce un polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo-g-policarbonato mediante la mezcla en líquido del ejemplo 8 o el ejemplo 11 con un policarbonato terminado en hidroxilo o terminado en carboxilo a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

Ejemplo 22 - Polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo-g-poliamida

40 **[0303]** Se produce un polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo-g-poliamida mediante la mezcla en líquido del ejemplo 8 o el ejemplo 11 con una poliamida terminada en amino o terminada en carboxilo a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

Ejemplo 23 - Polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo-g-resina fenólica novolac

45 **[0304]** Se produce un polifarneseno modificado con metacrilato de glicidilo-g-resina fenólica novolac mediante la mezcla en líquido del ejemplo 8 o el ejemplo 11 con una resina fenólica novolac a una temperatura de aproximadamente 200°C a aproximadamente 400°C en el extrusor. La mezcla en líquido resultante se extruye y se desactiva en agua y se peletiza para producir el producto en forma de pélet.

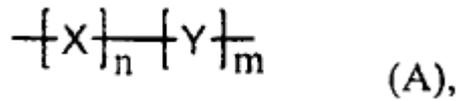
50 **[0305]** Aunque la presente invención se ha descrito con respecto a un número limitado de realizaciones, las características específicas de una realización no deben atribuirse a otras realizaciones de la invención. Una realización individual no es representativa de todos los aspectos de la invención. En algunas realizaciones, las composiciones o métodos pueden incluir numerosos compuestos o etapas no mencionadas en el presente documento. En otras realizaciones, las composiciones o métodos no incluyen, o están sustancialmente libres, de compuestos o etapas no indicadas en el presente documento. Existen variaciones y modificaciones a partir de las realizaciones descritas.

55

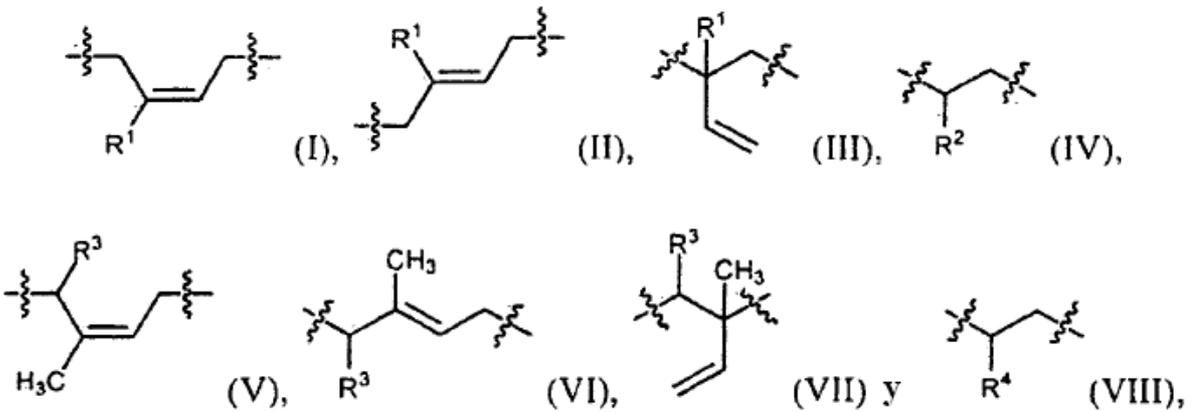
REIVINDICACIONES

1. Copolímero de injerto de un polifarneseno con un polímero de condensación, en el que el polímero de condensación es un poliéster que es opcionalmente un tereftalato de polietileno; un policarbonato; una poliamida; un poliéter; una resina de fenol-formaldehído; una resina de urea-formaldehído; una resina de melamina-formaldehído; o una combinación de los mismos.

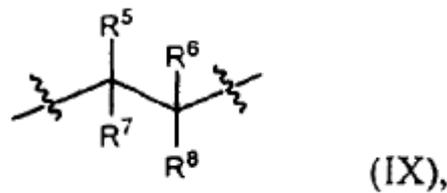
2. Copolímero de injerto, según la reivindicación 1, en el que el polifarneseno tiene la fórmula (A) :



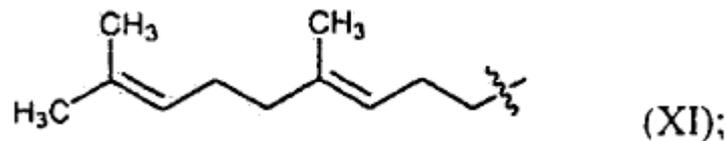
en el que m es de 0 a 100.000; n es de 1 a 100.000 con la condición de que cuando m es 0, n es de 2 a 100.000; X tiene una o más de las fórmulas (I)-(VIII):



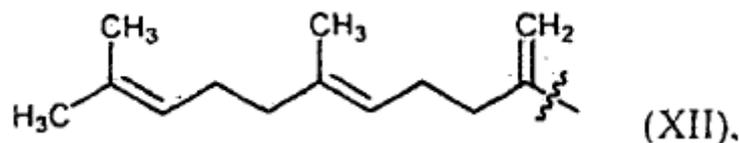
Y tiene la fórmula (IX):



en el que R<sup>1</sup> tiene la fórmula (XI):

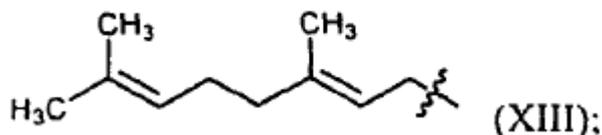


R<sup>2</sup> tiene la fórmula (XII):



R<sup>3</sup> tiene la fórmula (XIII):

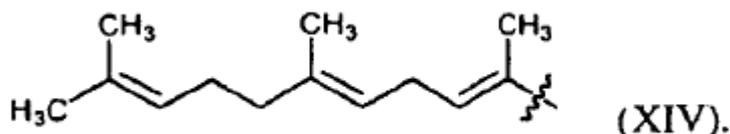
5



10

y  
R<sup>4</sup> tiene la fórmula (XIV):

15



20

en el que cada uno de R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> y R<sup>8</sup> es independientemente H, alquilo, cicloalquilo, arilo, cicloalquenilo, alquino, heterociclilo, alcoxi, ariloxi, carboxilo, alcoxicarbonilo, aminocarbonilo, alquilaminocarbonilo, dialquilaminocarbonilo, aciloxi, nitrilo o halógeno.

25

3. Copolímero de injerto, según la reivindicación 2, en el que la cantidad de fórmula (I) es como máximo del 80% en peso y la cantidad de fórmula (II) es del 5% en peso al 99% en peso, en base al peso total del polifarneseno; o en el que la proporción del porcentaje molar de X con respecto a Y es de 1:4 a 100:1 cuando m es 1 o superior; o en el que m es 0 y n es de 2 a 100.000; o en el que m es de 1 a 100.000 y n es de 1 a 100.000, y en el que el polifarneseno es un interpolímero de farneseno aleatorio o un interpolímero de farneseno de bloque.

30

4. Copolímero de injerto, según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el polifarneseno se prepara mediante la polimerización de β-farneseno o α-farneseno o una combinación de los mismos en presencia de un catalizador.

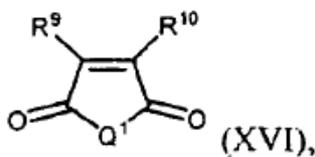
35

5. Copolímero de injerto, según la reivindicación 4, en el que el β-farneseno o α-farneseno se copolimeriza con un monómero de vinilo para formar un interpolímero de farneseno.

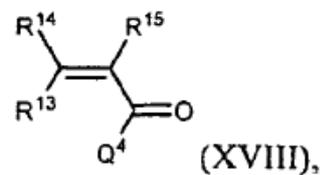
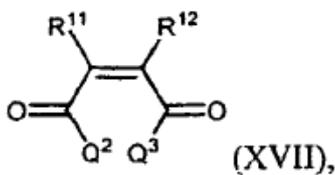
40

6. Polifarneseno modificado preparado mediante la reacción de un polifarneseno con por lo menos un modificador en presencia de un iniciador de injerto, radiación o una combinación de los mismos, en el que la proporción del polifarneseno con respecto al modificador es de 100.000:1 a 100:5 en peso, y en el que el modificador tiene la fórmula (XVI), (XVII), (XVIII), (XIX), o (XX);

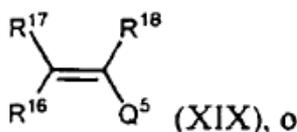
45



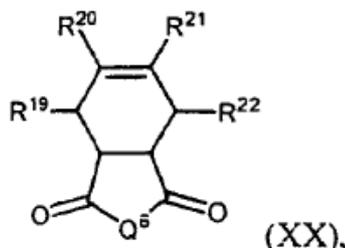
50



55



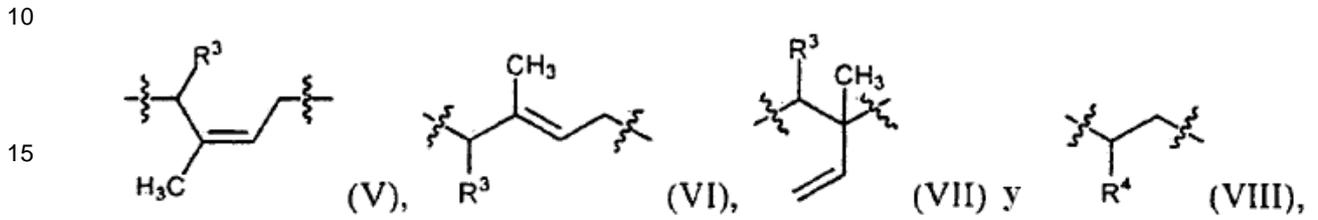
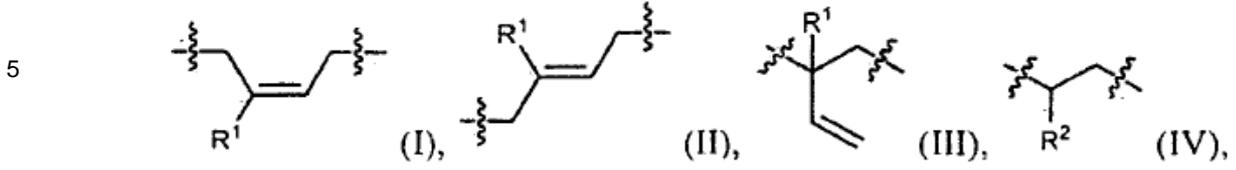
60



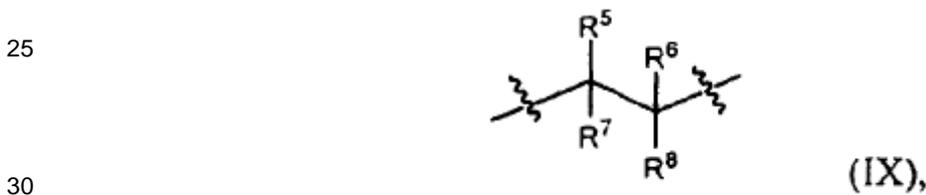
en el que Q<sup>1</sup> es S, NR<sup>23</sup> o N-Q<sup>7</sup>; Q<sup>6</sup> es O, S, NR<sup>23</sup> o N-Q<sup>7</sup>; cada uno de Q<sup>2</sup>, Q<sup>3</sup>, Q<sup>4</sup> y Q<sup>5</sup> es independientemente halógeno, Q<sup>8</sup>, NR<sup>24</sup>R<sup>25</sup>, OR<sup>26</sup> o O-Q<sup>8</sup>; Q<sup>7</sup> y Q<sup>8</sup> respectivamente tienen las siguientes fórmulas:

65

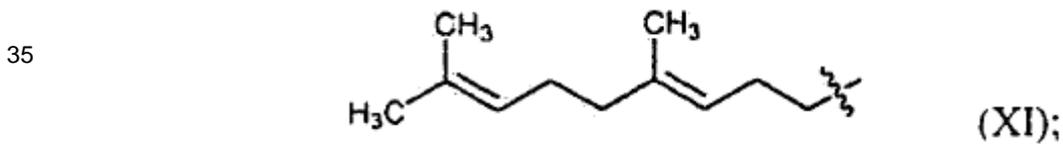




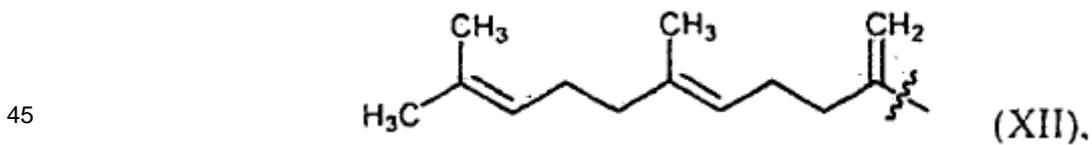
20 e  
Y tiene la fórmula (IX):



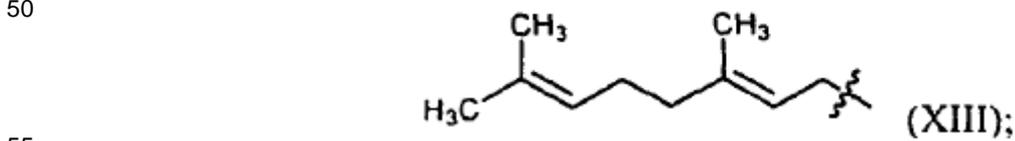
30 en el que R<sup>1</sup> tiene la fórmula (XI):



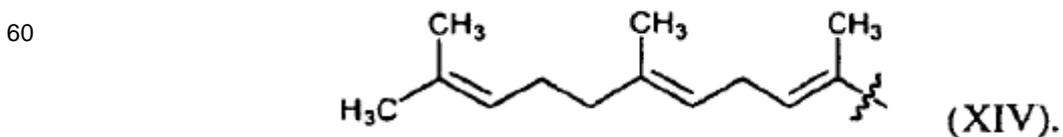
40 R<sup>2</sup> tiene la fórmula (XII):



50 R<sup>3</sup> tiene la fórmula (XIII):



60 y  
R<sup>4</sup> tiene la fórmula (XIV):



en el que cada uno de R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup> y R<sup>8</sup> es independientemente H, alquilo, cicloalquilo, arilo, cicloalquenilo, alquinilo,

heterociclilo, alcoxi, ariloxi, carboxilo, alcoxicarbonilo, aminocarbonilo, alquilaminocarbonilo, dialquilaminocarbonilo, aciloxi, nitrilo o halógeno.

- 5 14. Polifarneseno modificado, según la reivindicación 13, en el que la cantidad de fórmula (I) es como máximo del 80% en peso y la cantidad de fórmula (II) es del 5% en peso al 99% en peso, en base al peso total del polifarneseno; o en el que la proporción del porcentaje molar de X con respecto a Y es de 1:4 a 100:1 cuando m es 1 o superior; o en el que m es 0 y n es de 2 a 100.000; o en el que m es de 1 a 100.000 y n es de 1 a 100.000, y en el que el polifarneseno es un interpolímero de farneseno aleatorio o un interpolímero de farneseno de bloque.
- 10 15. Copolímero de injerto, según la reivindicación 1, preparado mediante la reacción del polifarneseno modificado, según cualquiera de las reivindicaciones 6-14, con un polímero de condensación a una temperatura de 50°C a 300°C, en el que el polímero de condensación es un poliéster, un policarbonato, una poliamida, un poliéter, una resina de fenol-formaldehído, una resina de urea-formaldehído, una resina de melamina-formaldehído, o una combinación de los mismos.
- 15 16. Copolímero de injerto, según la reivindicación 15, en el que el polímero de condensación es un poliéster, particularmente un poliéster terminado en hidroxilo, un poliéster terminado en carboxilo o un poliéster terminado en epoxi, más particularmente, un tereftalato de polietileno, un tereftalato de polietileno terminado en hidroxilo, un tereftalato de polietileno terminado en carboxilo o un tereftalato de polietileno terminado en epoxi.
- 20 17. Copolímero de injerto, según la reivindicación 15, en el que el polímero de condensación es un policarbonato; particularmente un policarbonato terminado en hidroxilo o un policarbonato terminado en epoxi.
- 25 18. Copolímero de injerto, según la reivindicación 15, en el que el polímero de condensación es una poliamida; particularmente una poliamida terminada en amino, una poliamida terminada en carboxilo, o una poliamida terminada en epoxi.
- 30 19. Composición polimérica que comprende el copolímero de injerto, según cualquiera de las reivindicaciones 1-5 y 15-18; y por lo menos un aditivo.
- 35 20. Composición polimérica, según la reivindicación 19, en el que el aditivo es un agente de carga, agente de pegajosidad, agente de deslizamiento, agente antibloqueo, plastificante, antioxidante, agente de soplado, activador del agente de soplado, estabilizante de UV, secuestrador de ácido, colorante o pigmento, coagente, lubricante, agente antiempañamiento, agente auxiliar del flujo, agente auxiliar del procesado, agente auxiliar de la extrusión, agente de acoplamiento, agente reticulante, agente de control de la estabilidad, agente nucleante, tensioactivo, retardante de la llama, agente antiestático o una combinación de los mismos.
- 40 21. Composición polimérica, según cualquiera de las reivindicaciones 19-20, que comprende además un segundo polímero, en el que la proporción del copolímero de injerto con respecto al segundo polímero es de 1:99 a 99:1.
- 45 22. Composición polimérica, según la reivindicación 21, en el que el segundo polímero es una poliolefina, poliuretano, poliéster, poliamida, polímero estirénico, resina fenólica, poliacrilato, polimetacrilato o una combinación de los mismos.
- 50 23. Artículo que comprende el copolímero de injerto, según cualquiera de las reivindicaciones 1-5 y 15-18, o la composición polimérica, según cualquiera de las reivindicaciones 19-22.
- 55 24. Artículo, según la reivindicación 23, en el que el artículo es un artículo moldeado, película, lámina o espuma, o en el que el artículo es un artículo moldeado seleccionado entre juguetes, agarraderas, mangos de tacto suave, tiras de goma de parachoques, suelos, esterillas para coches, neumáticos, ruedecitas, pies para muebles y electrodomésticos, etiquetas, sellos, juntas, puertas de automóvil, fajas de parachoques, componentes de rejillas, paneles oscilantes, mangueras, forros, suministros de oficina, sellos, revestimientos, diafragmas, tubos, tapaderas, tapones, puntas de pistones, sistemas de suministro, utensilios de cocina, zapatos, cámaras de aire de zapatos y suelas de zapatos.

Figura 1

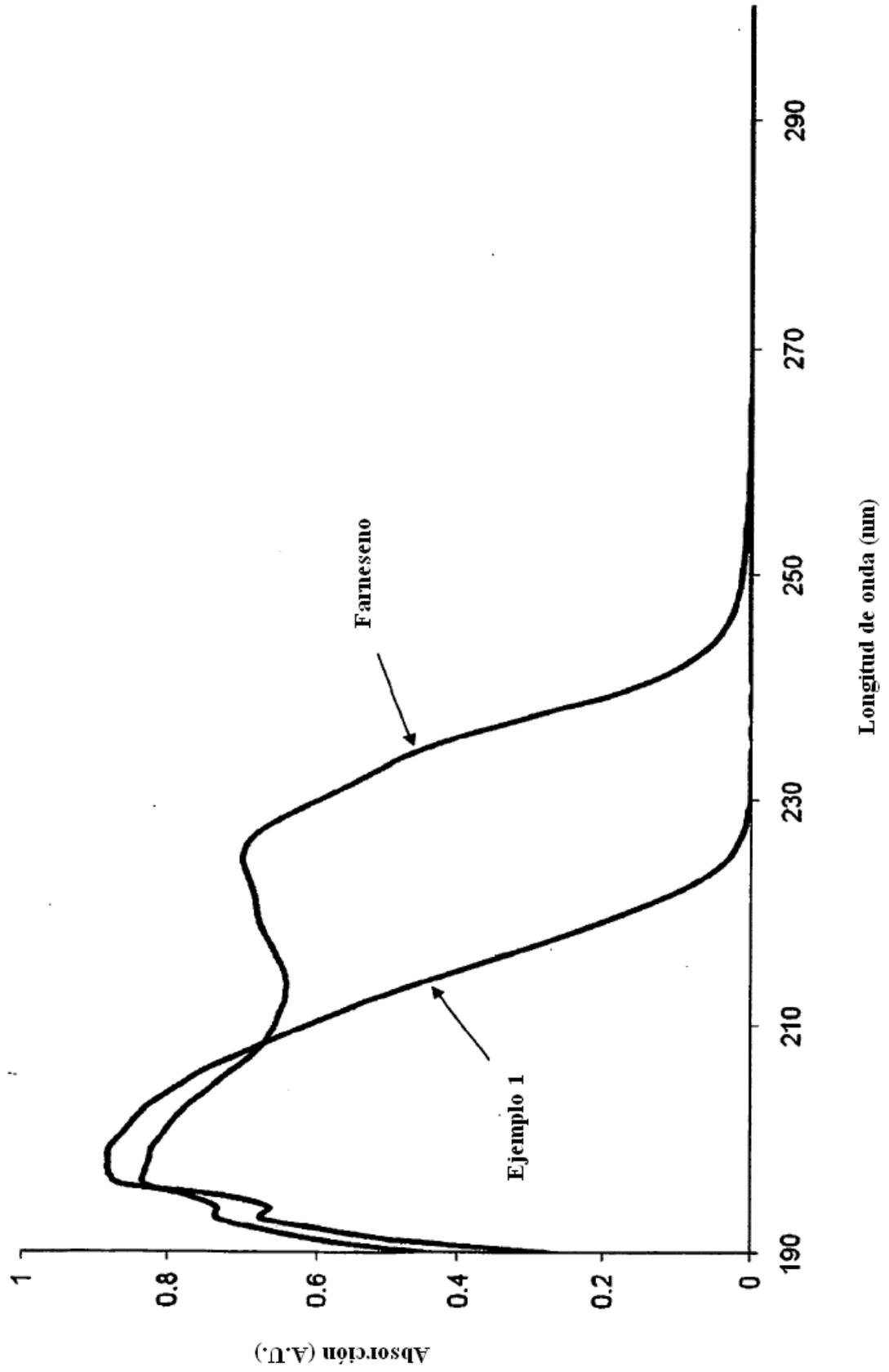
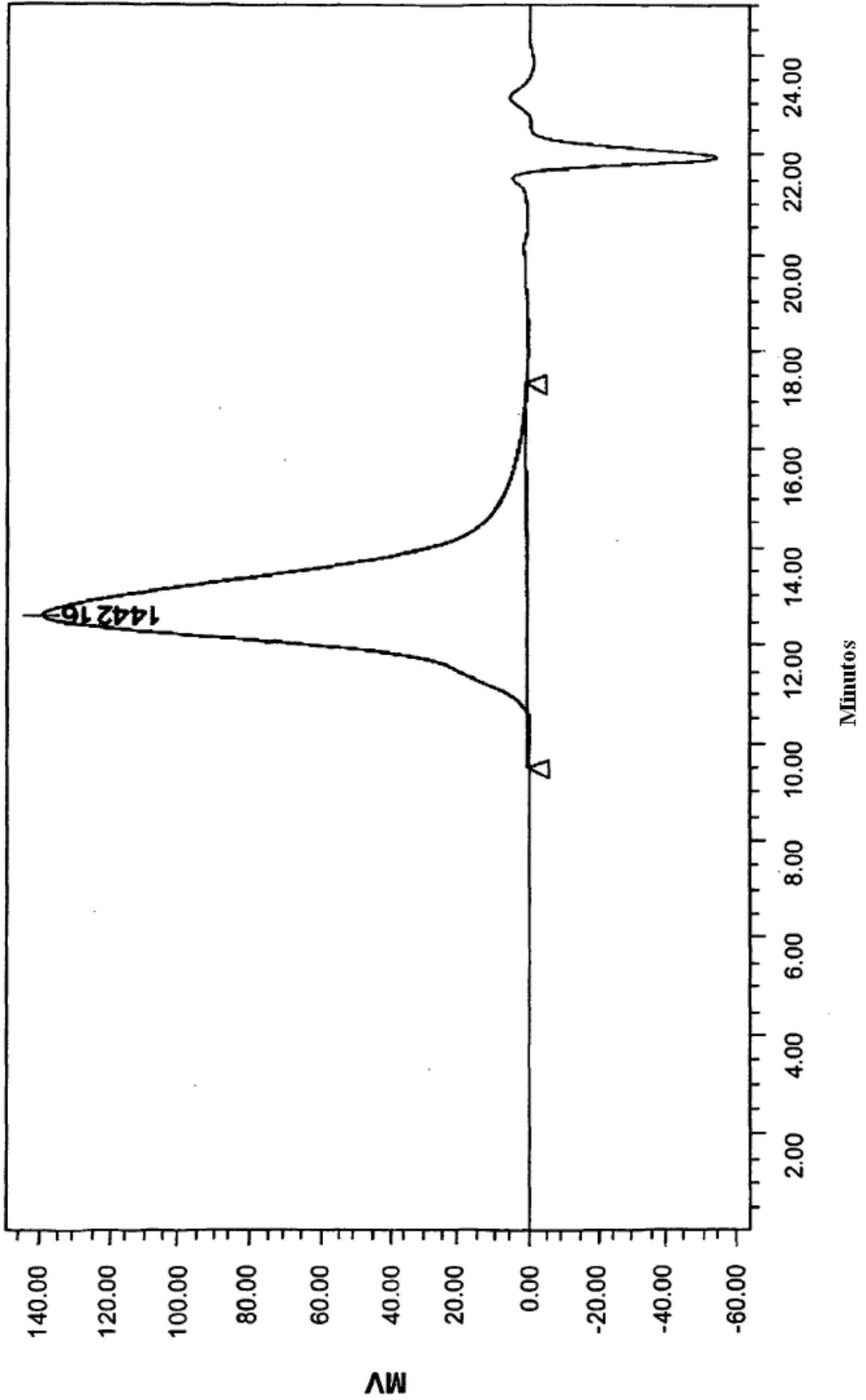
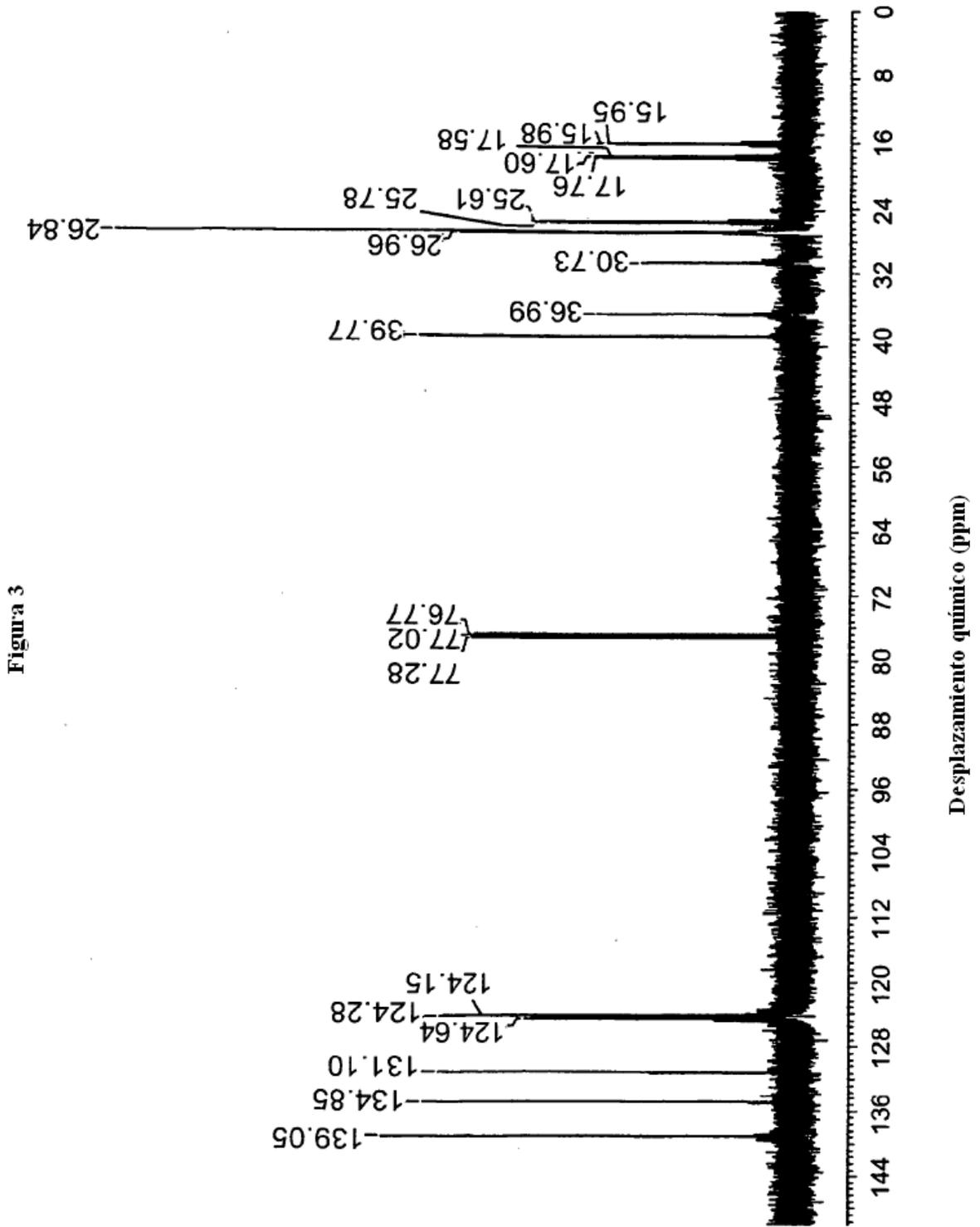


Figura 2





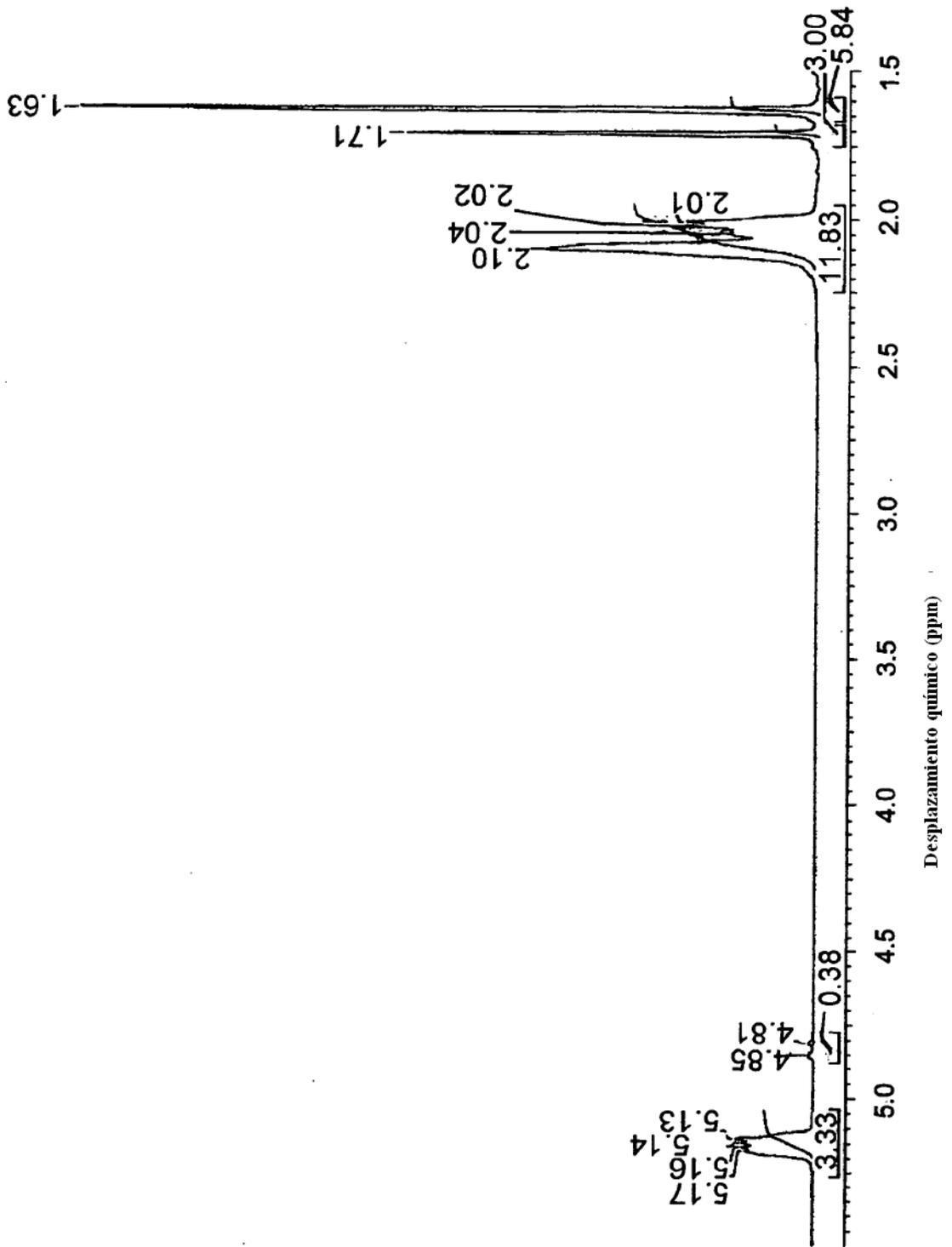


Figura 4

Figura 5

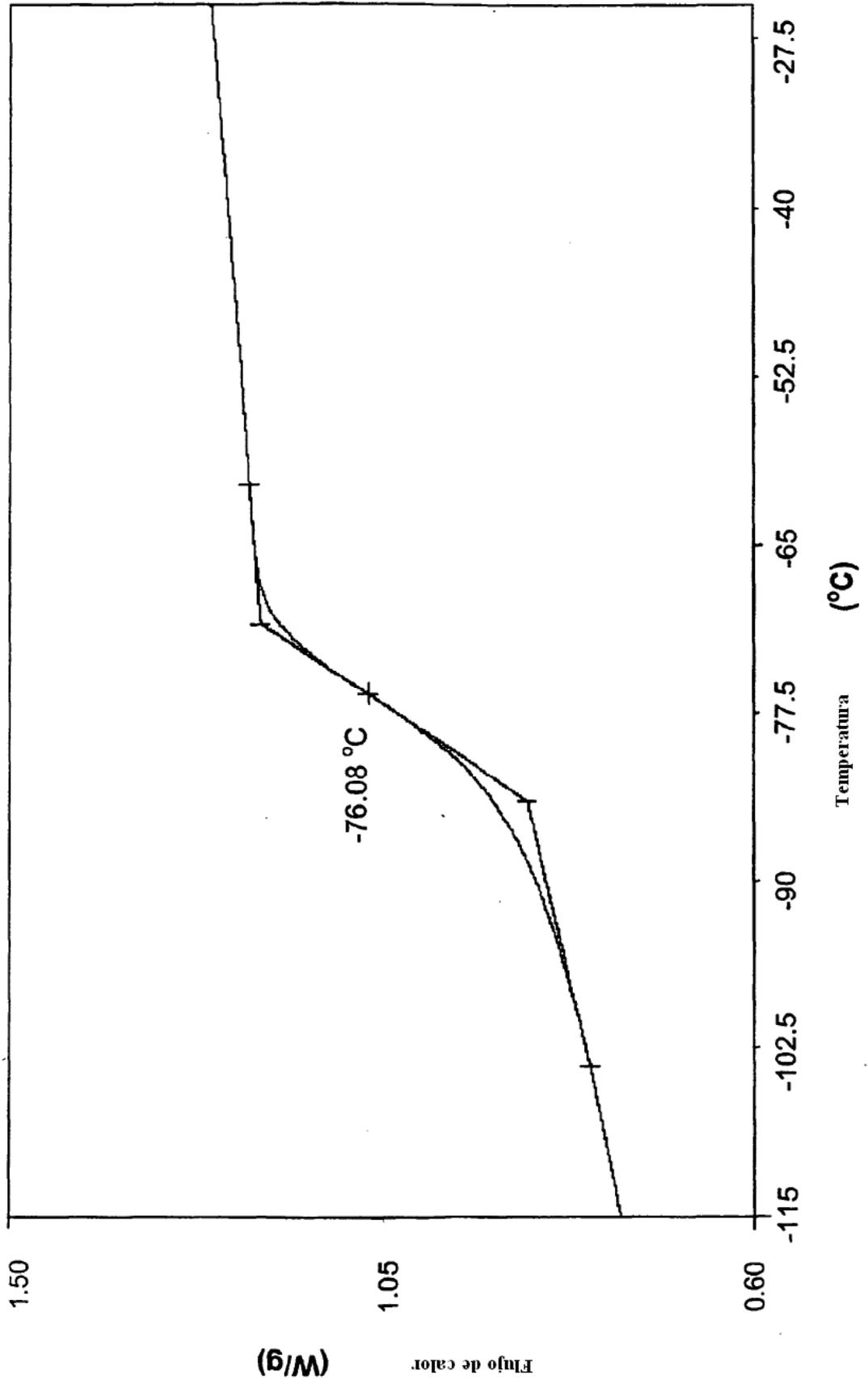


Figura 6

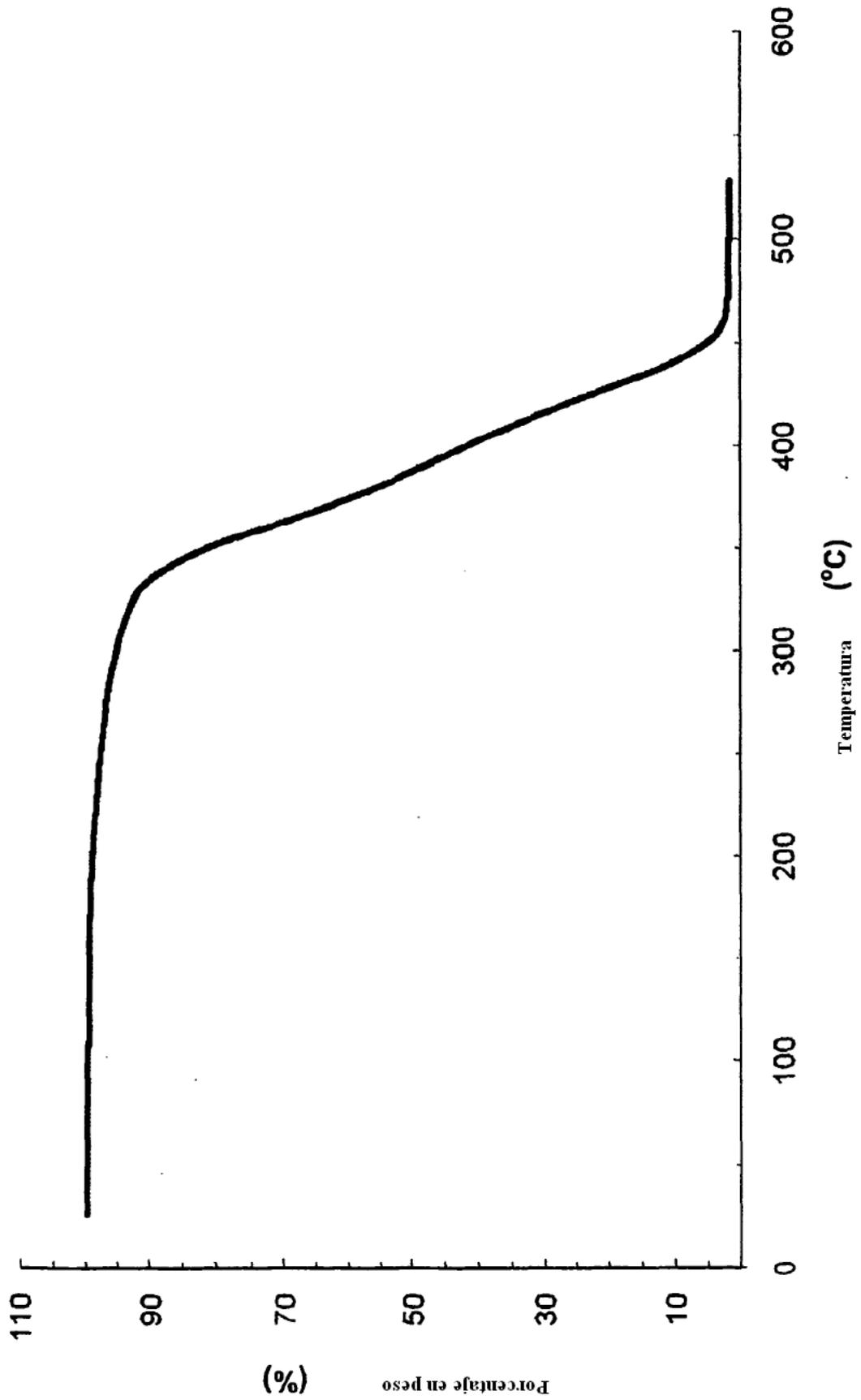


Figura 7

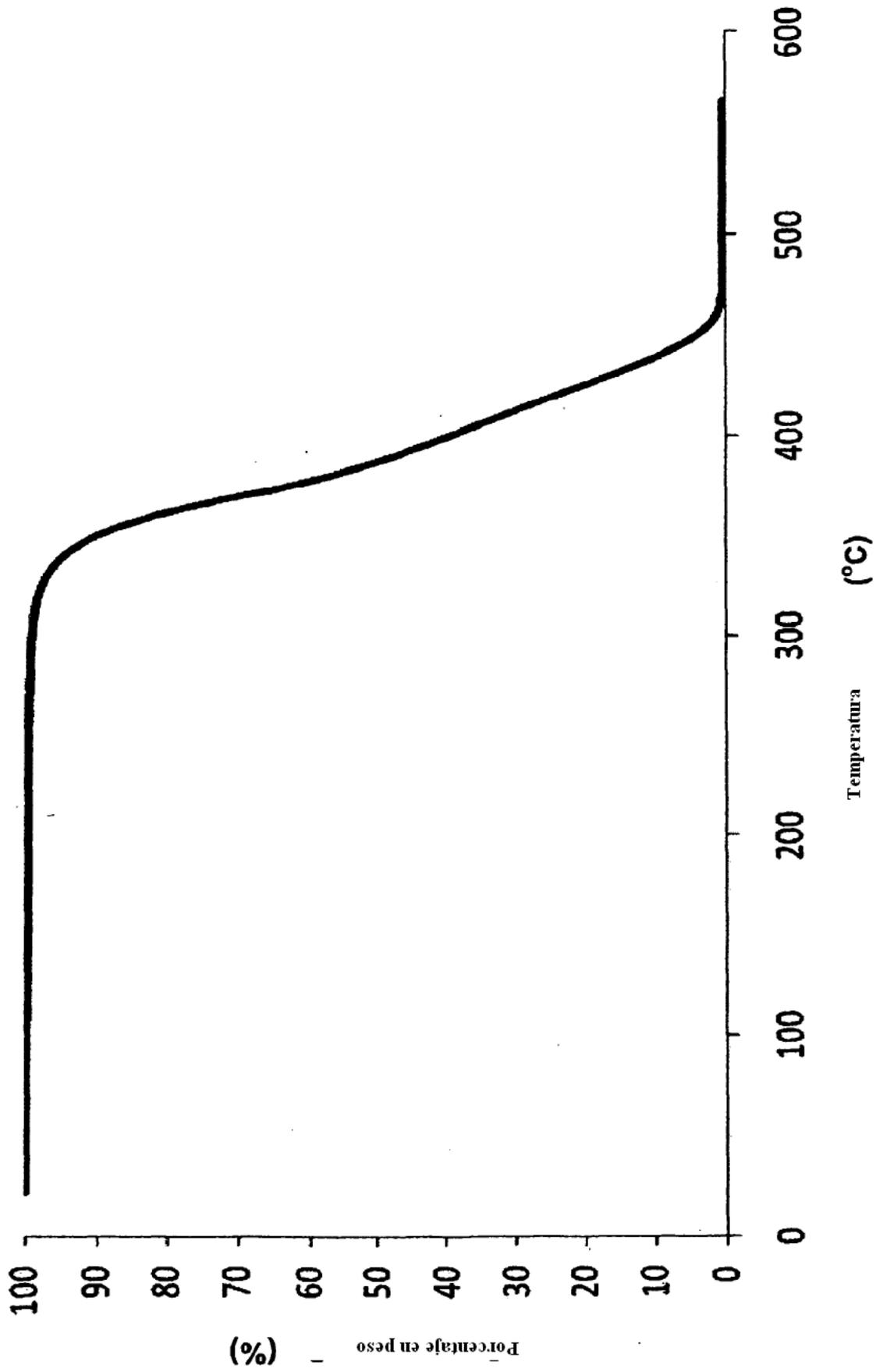


Figura 8

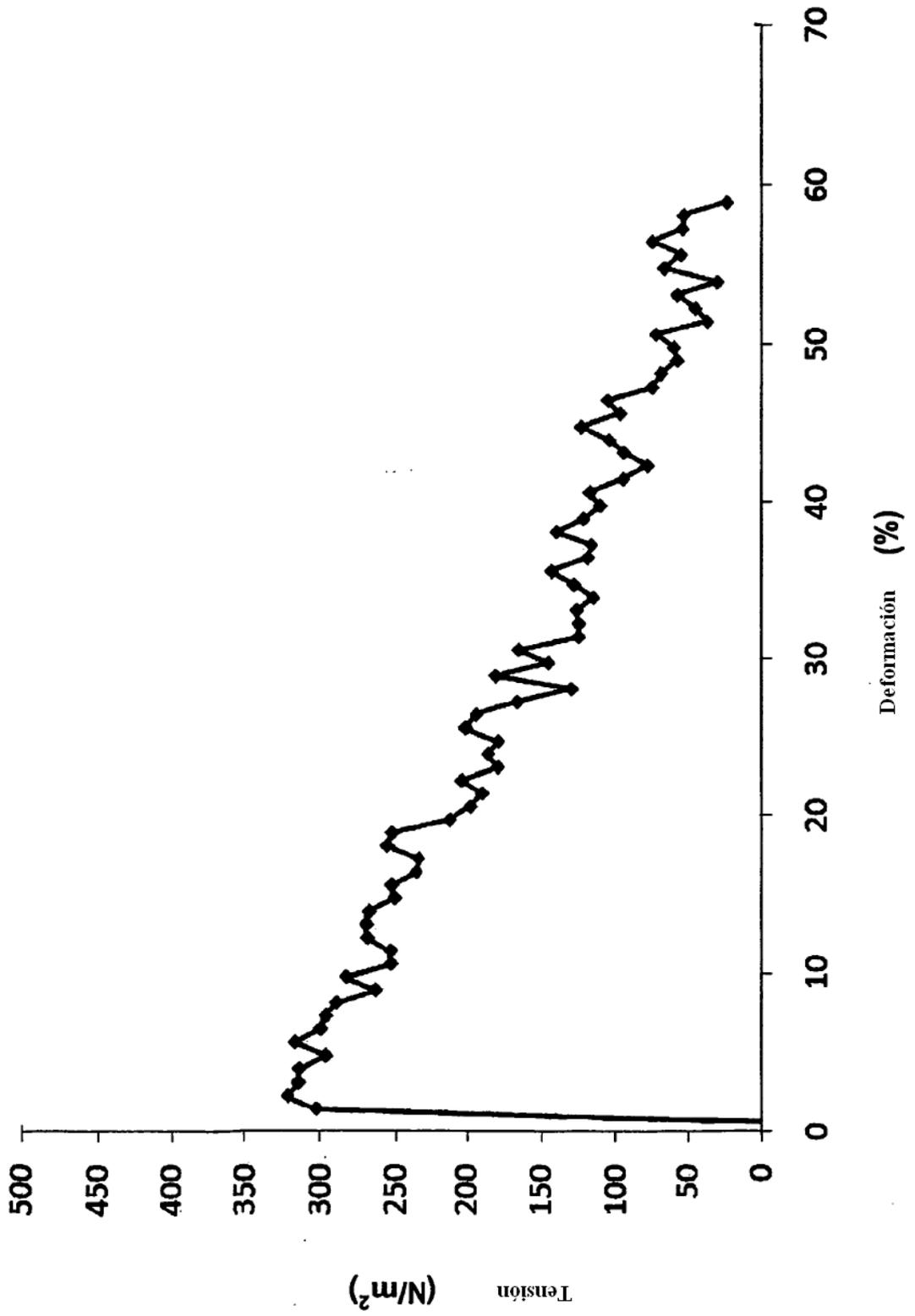


Figura 9

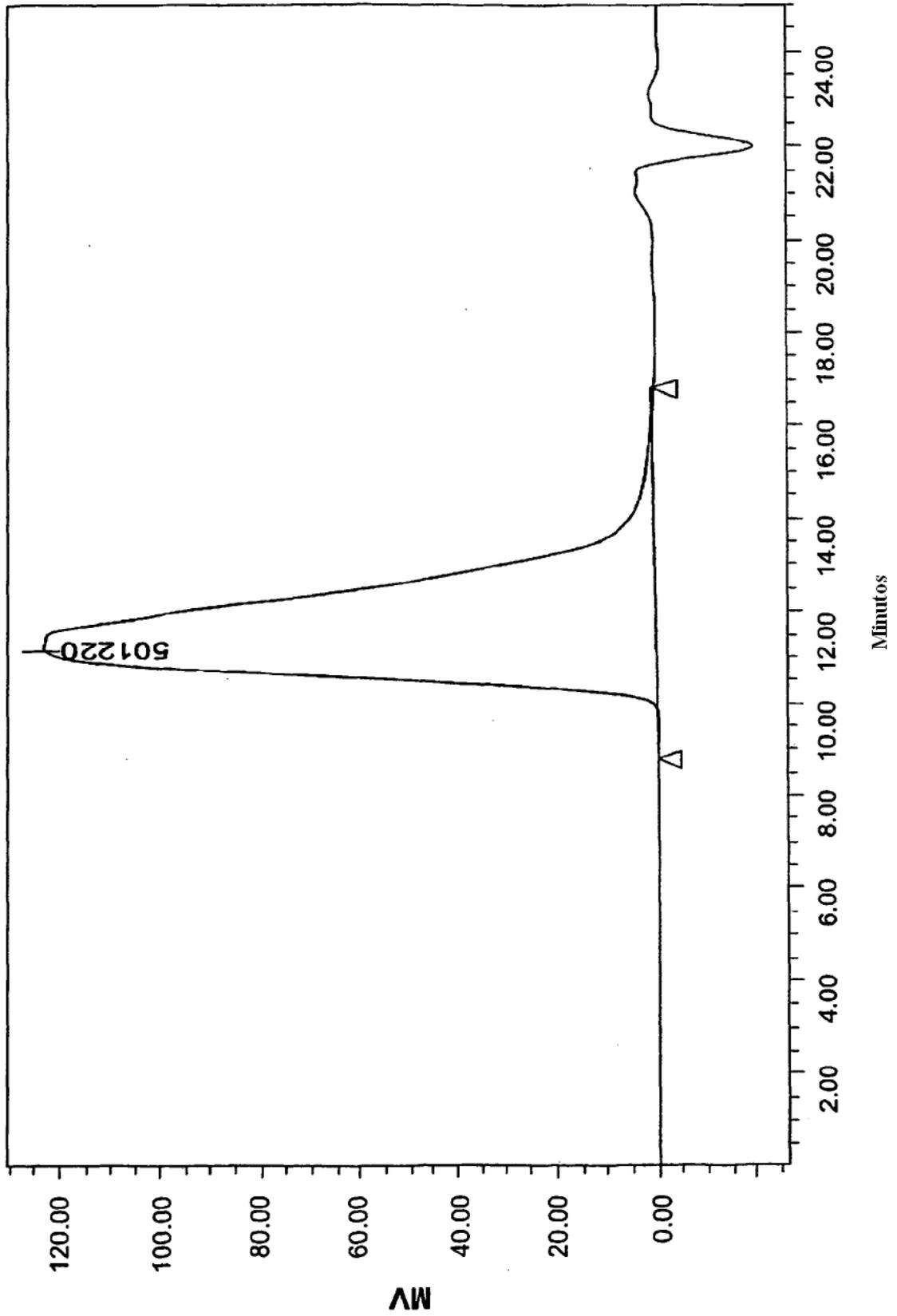


Figura 10

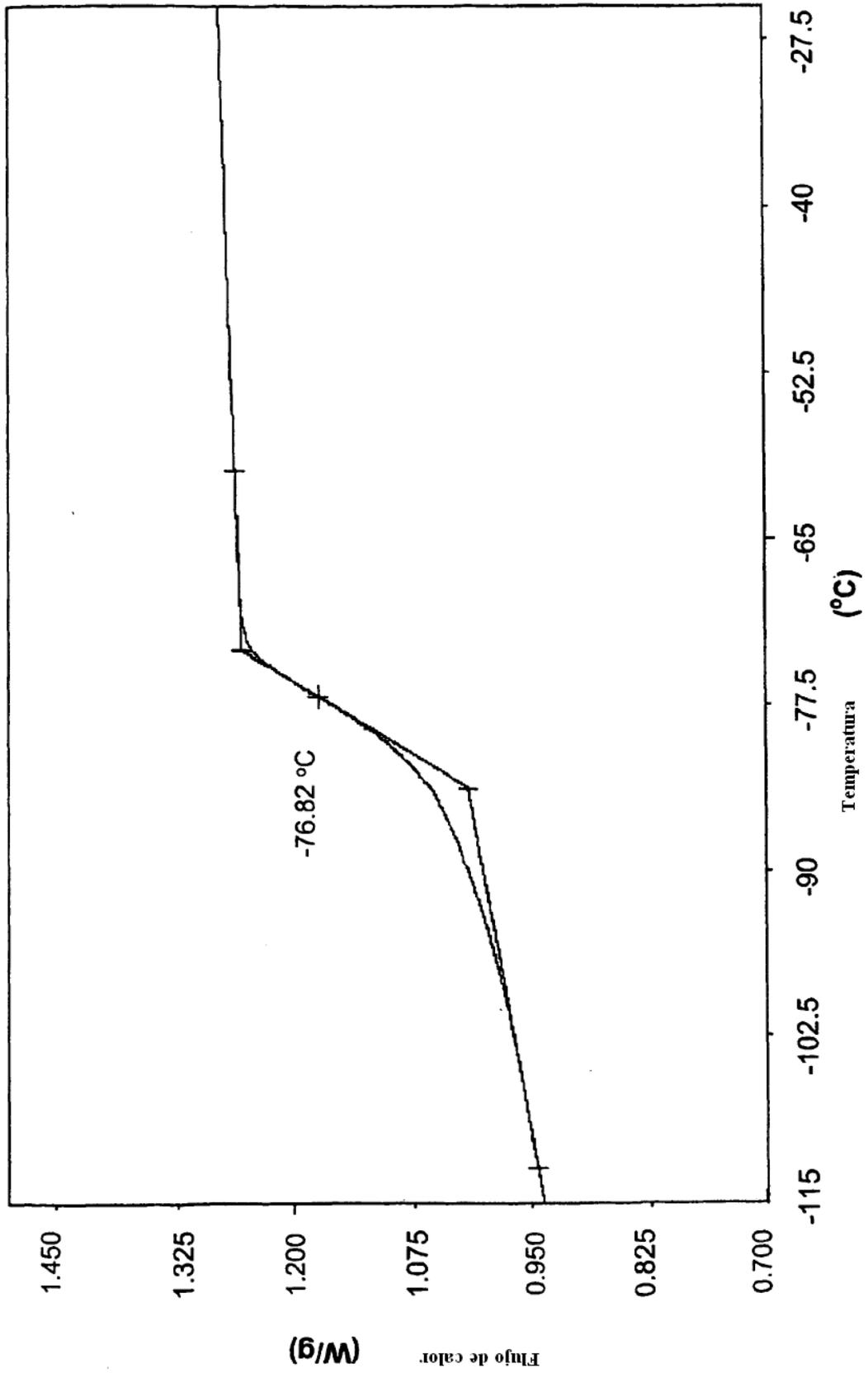


Figura 11

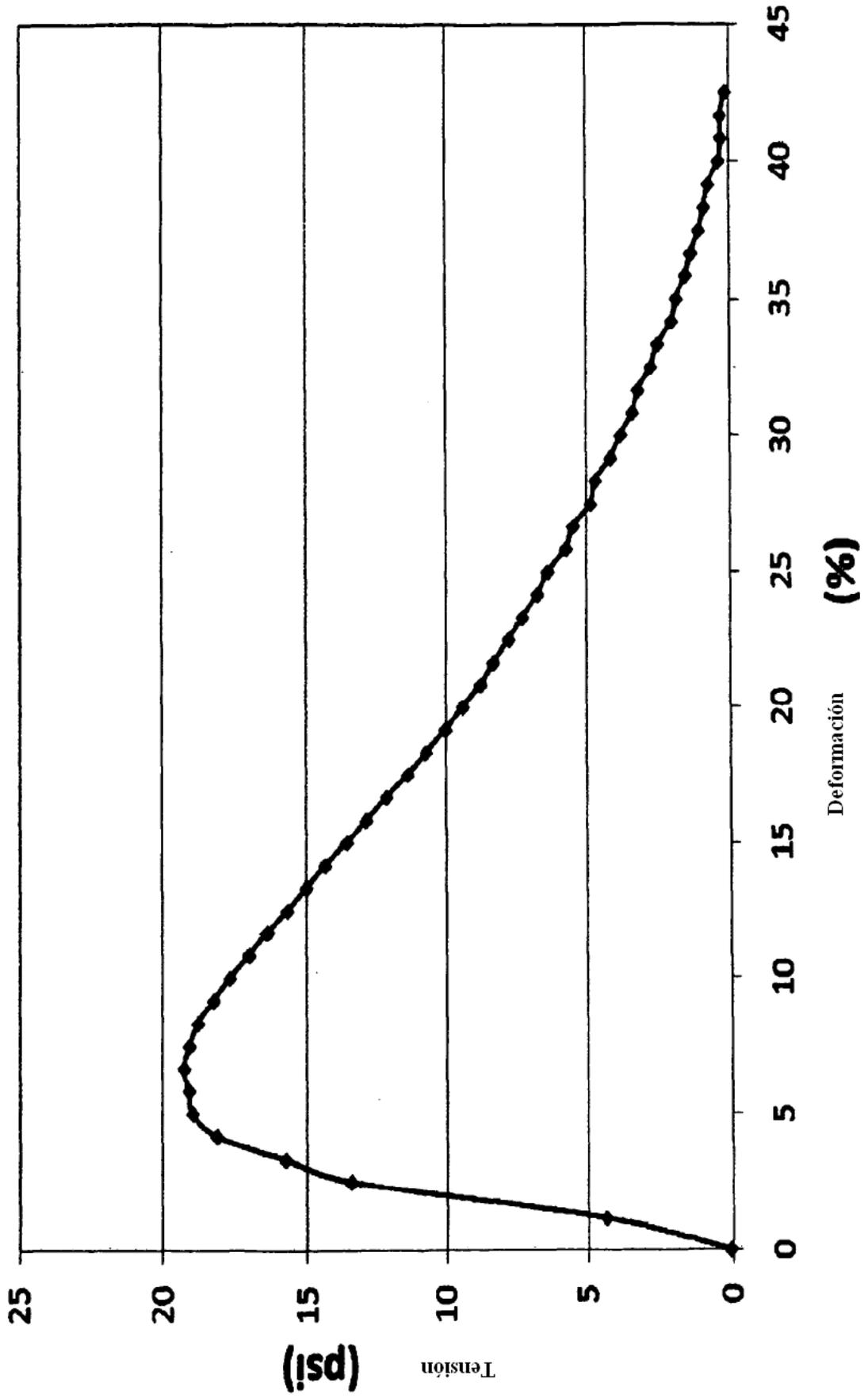
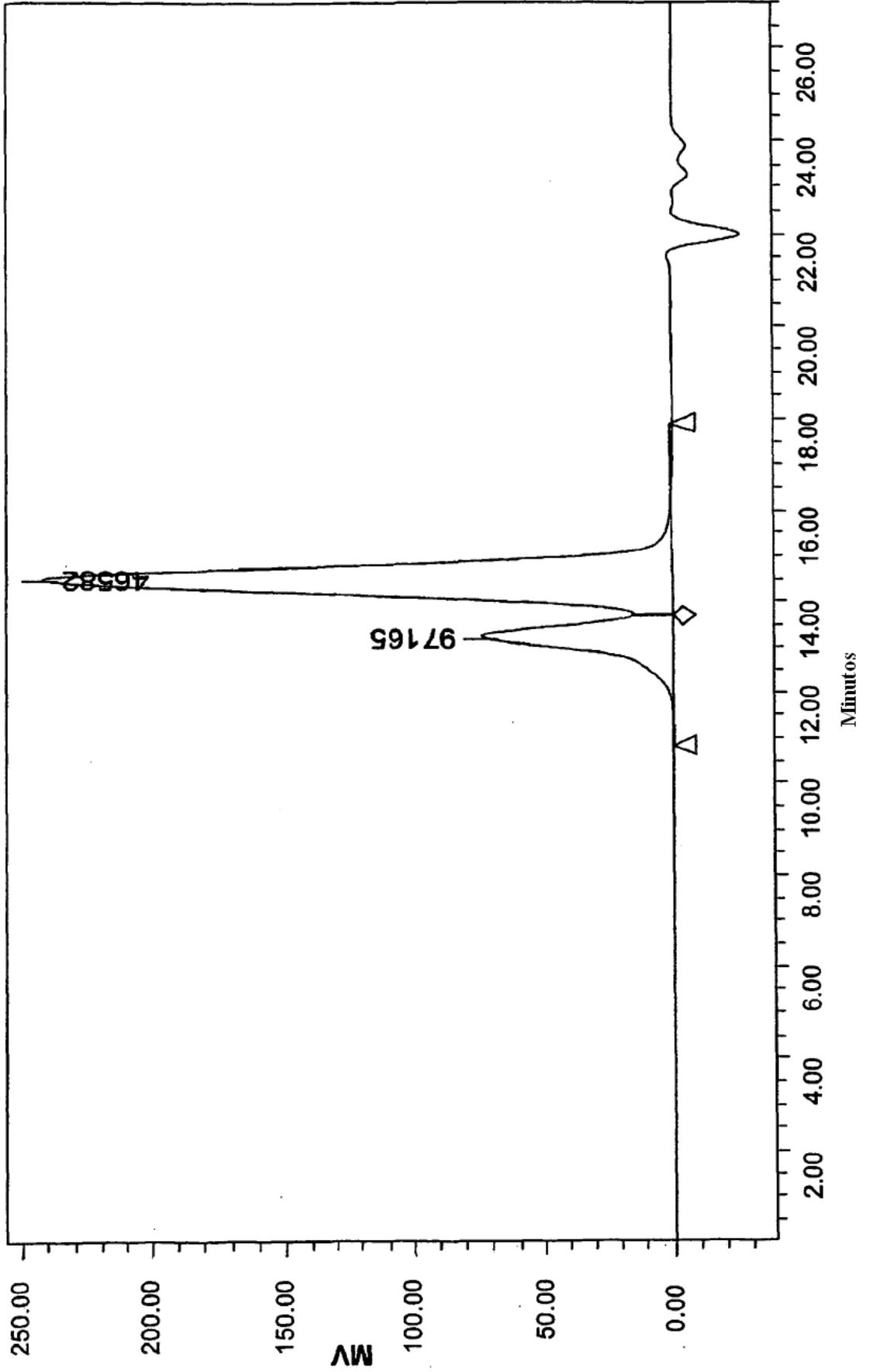


Figura 12



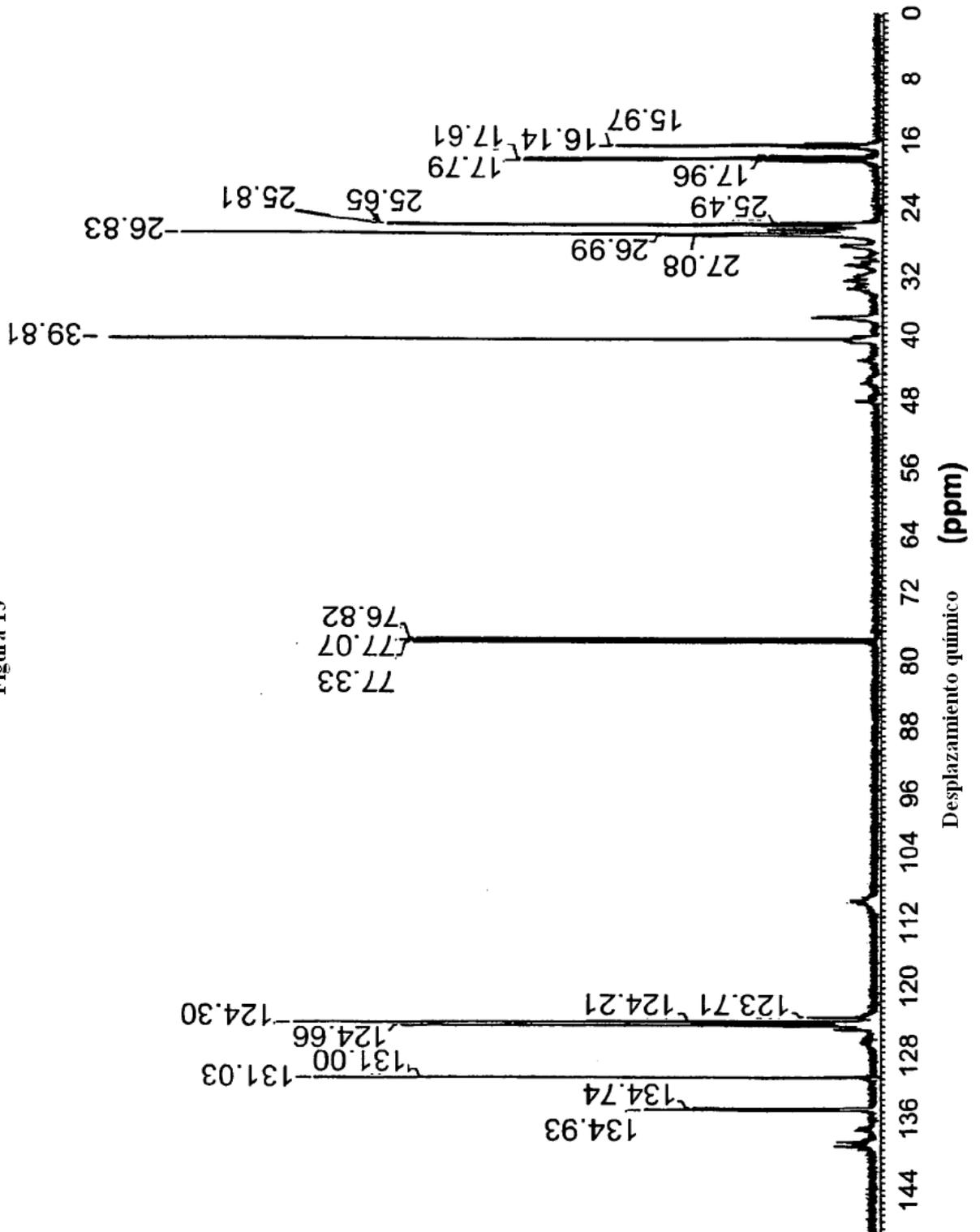


Figura 13

Figura 14

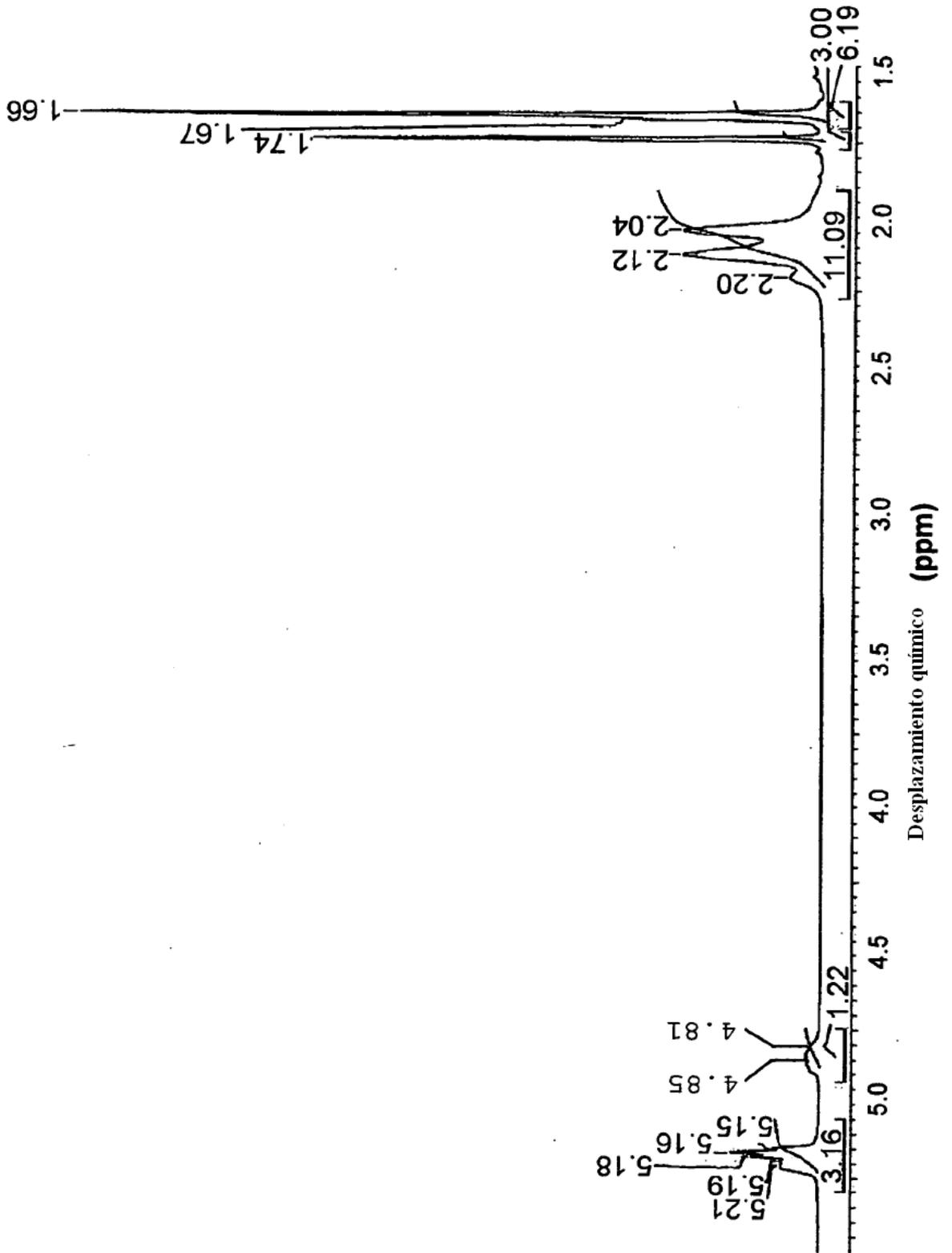


Figura 15

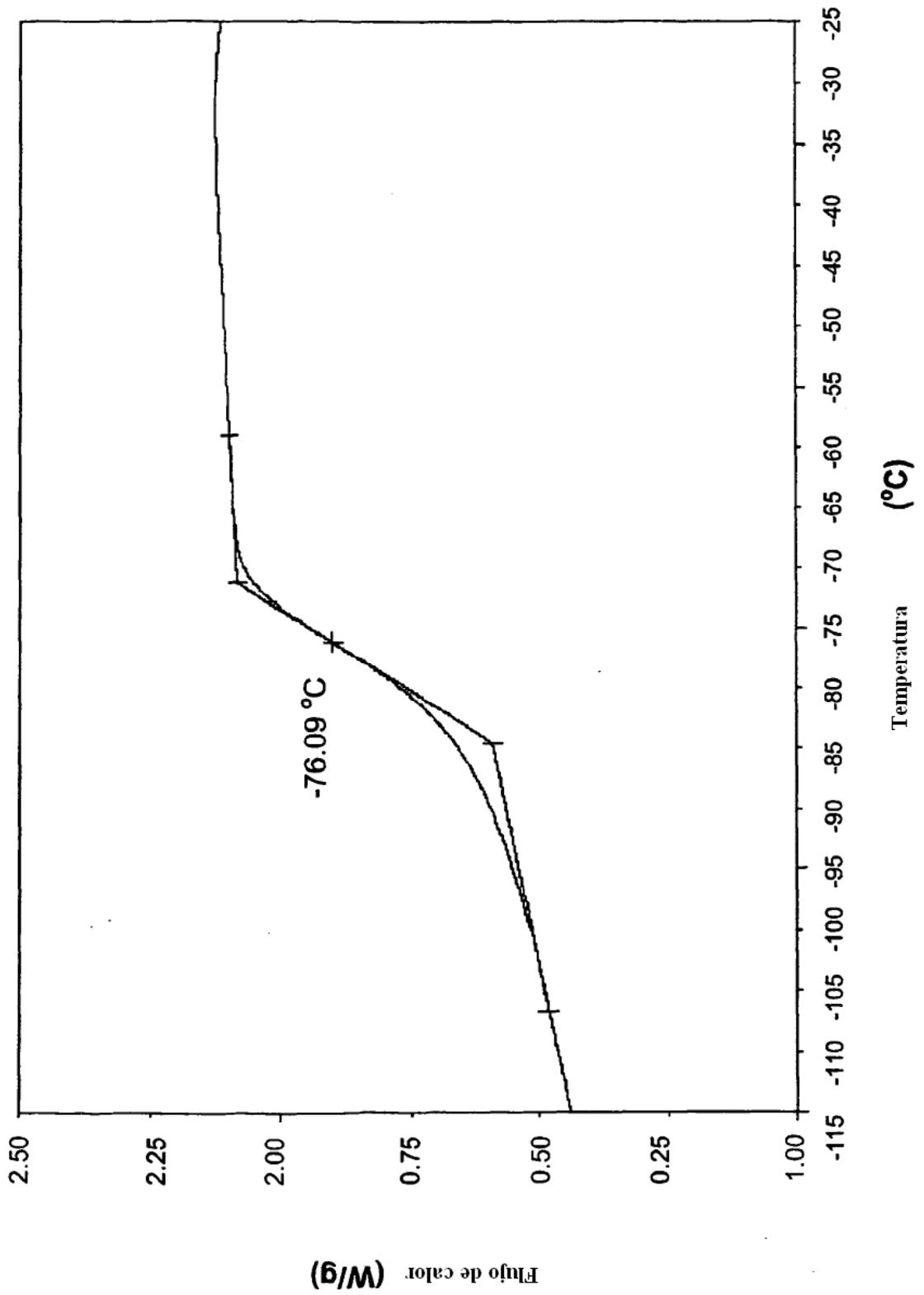


Figura 16

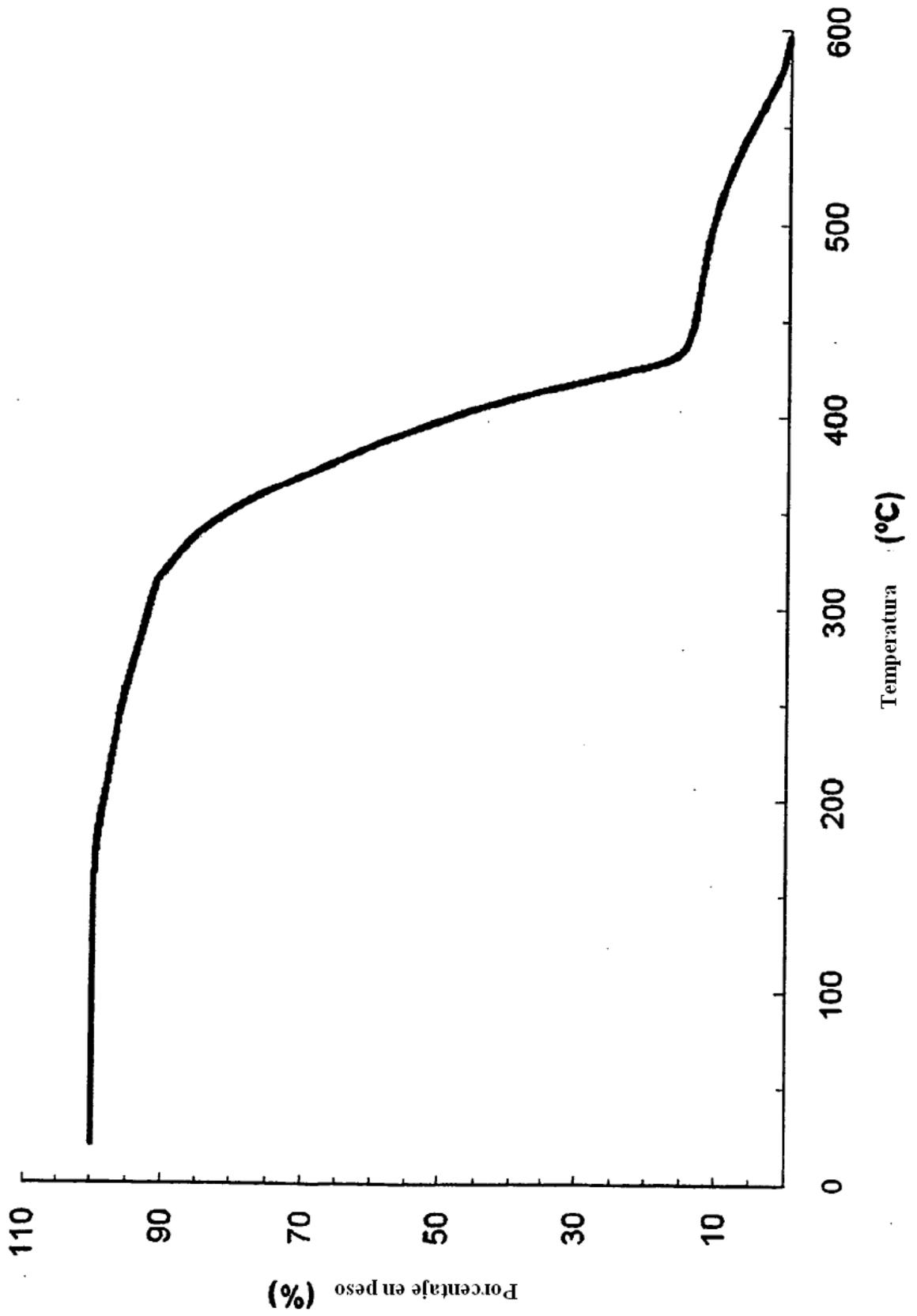


Figura 17

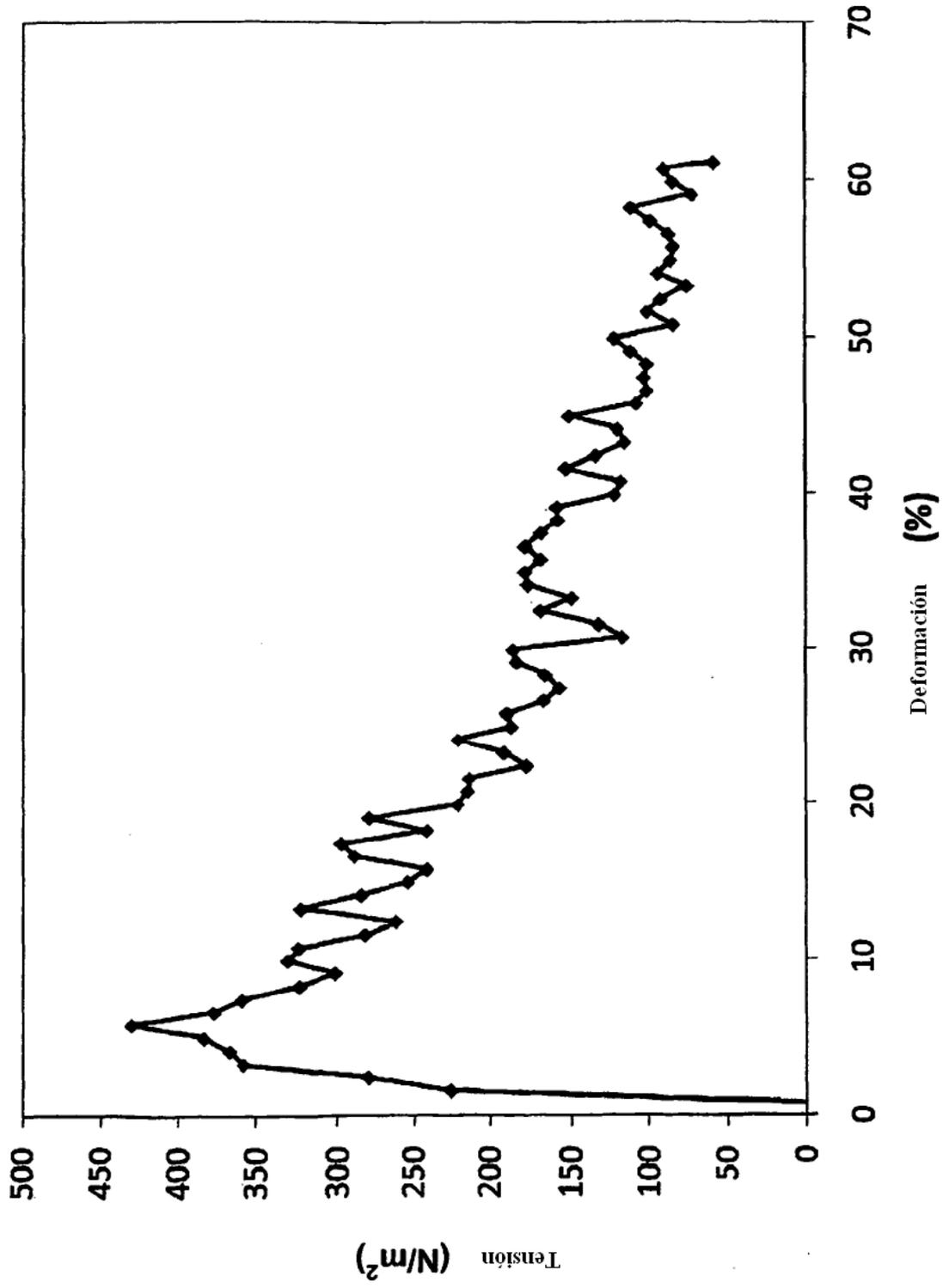


Figura 18

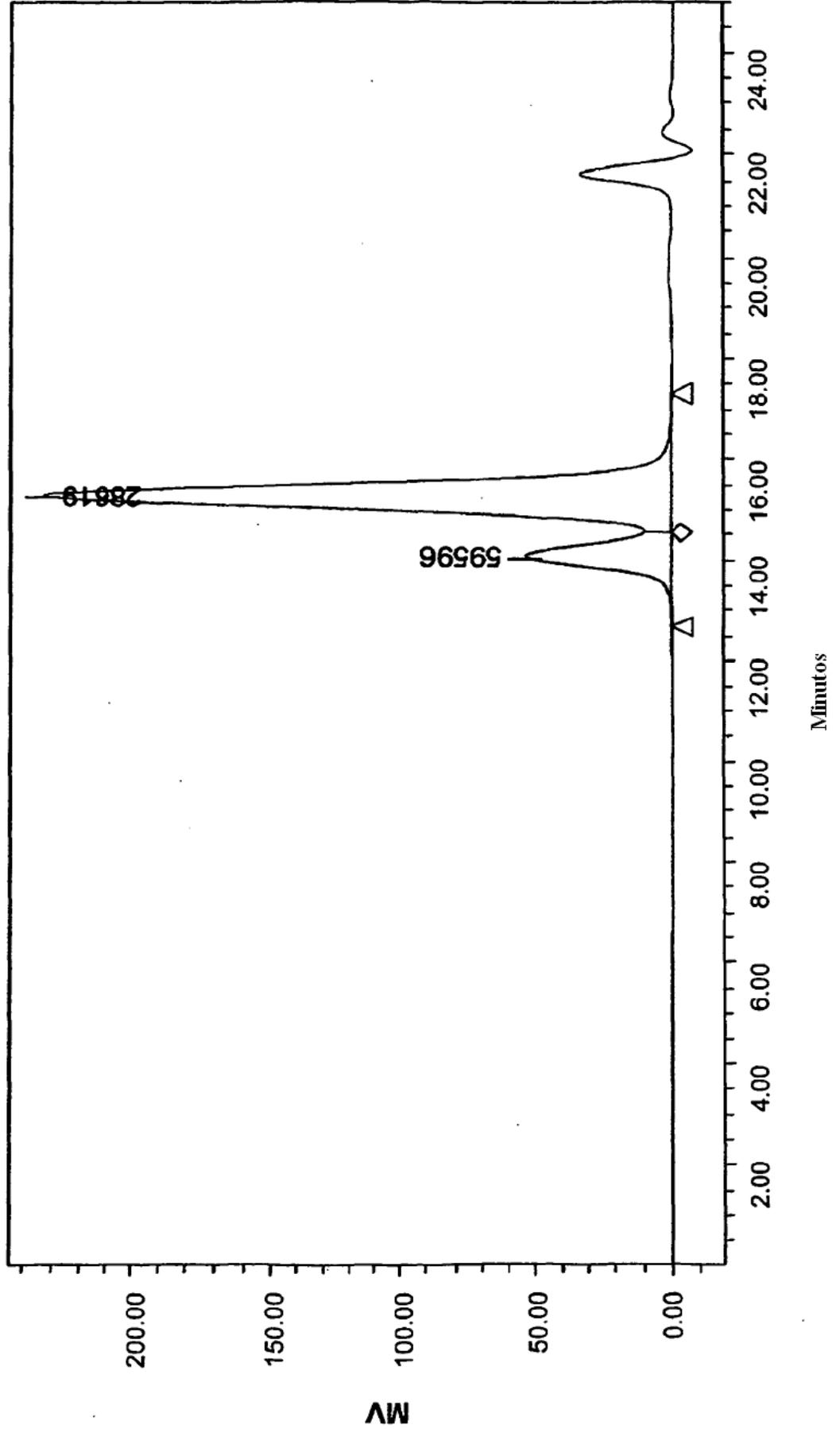


Figura 19

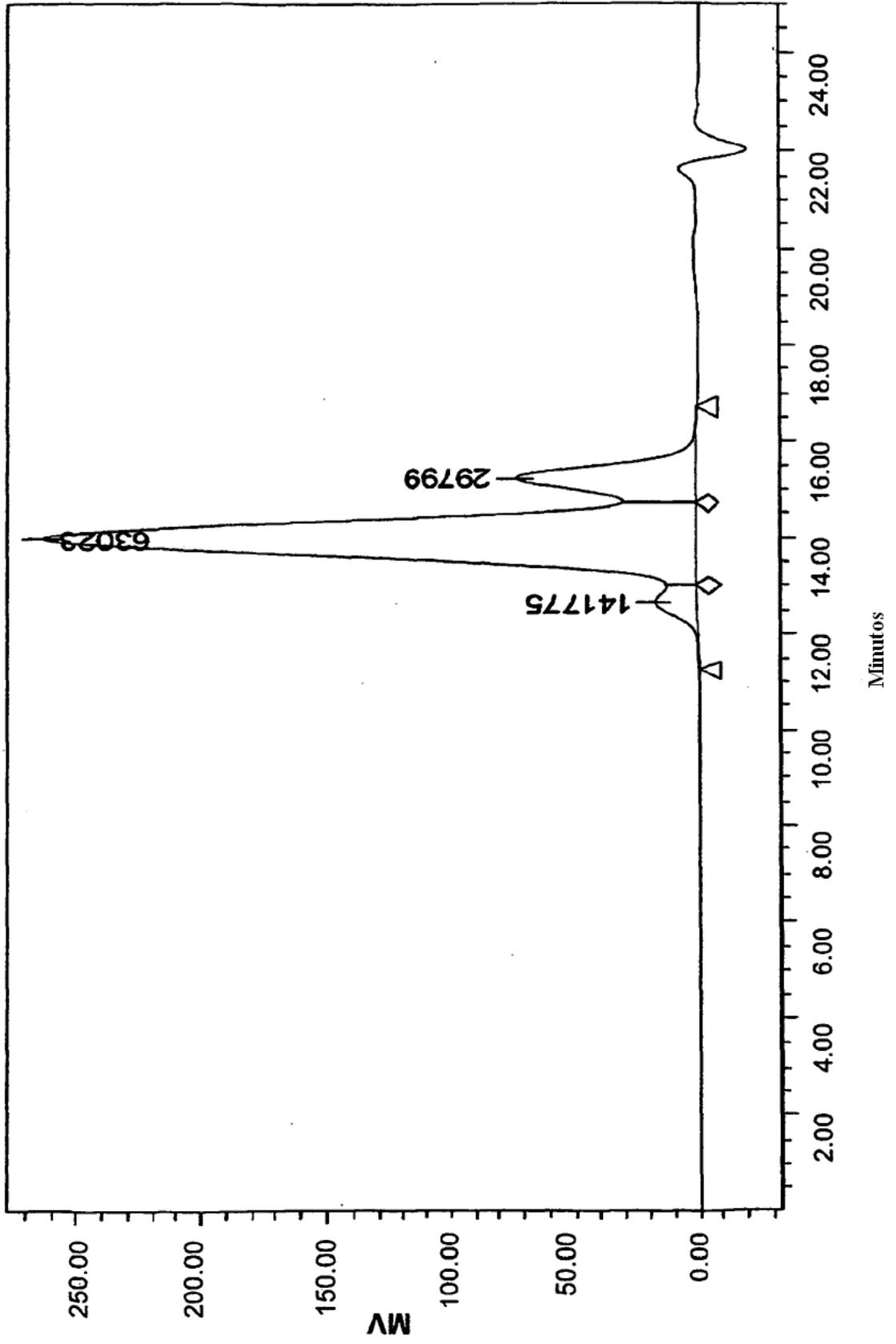
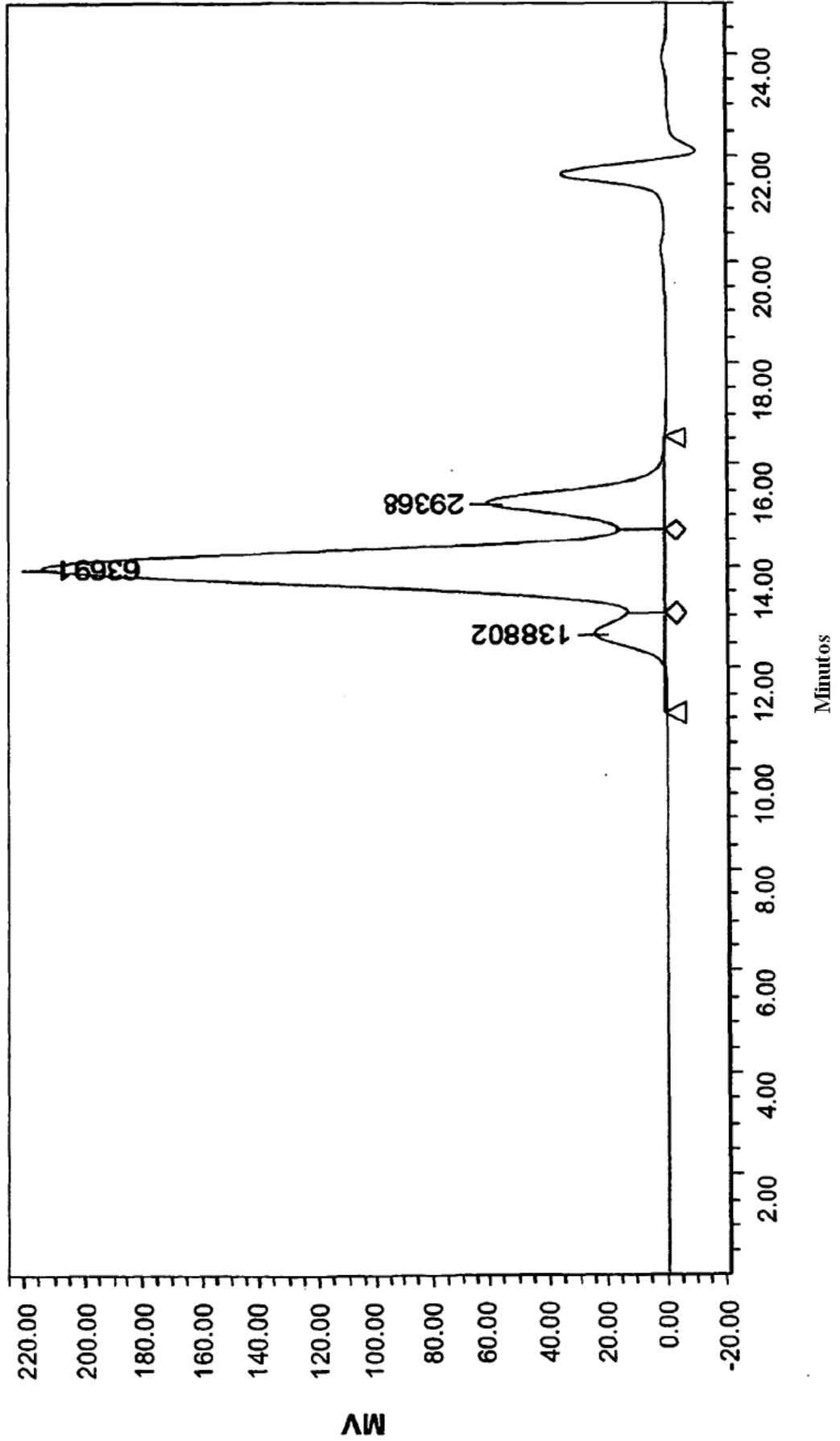


Figura 20



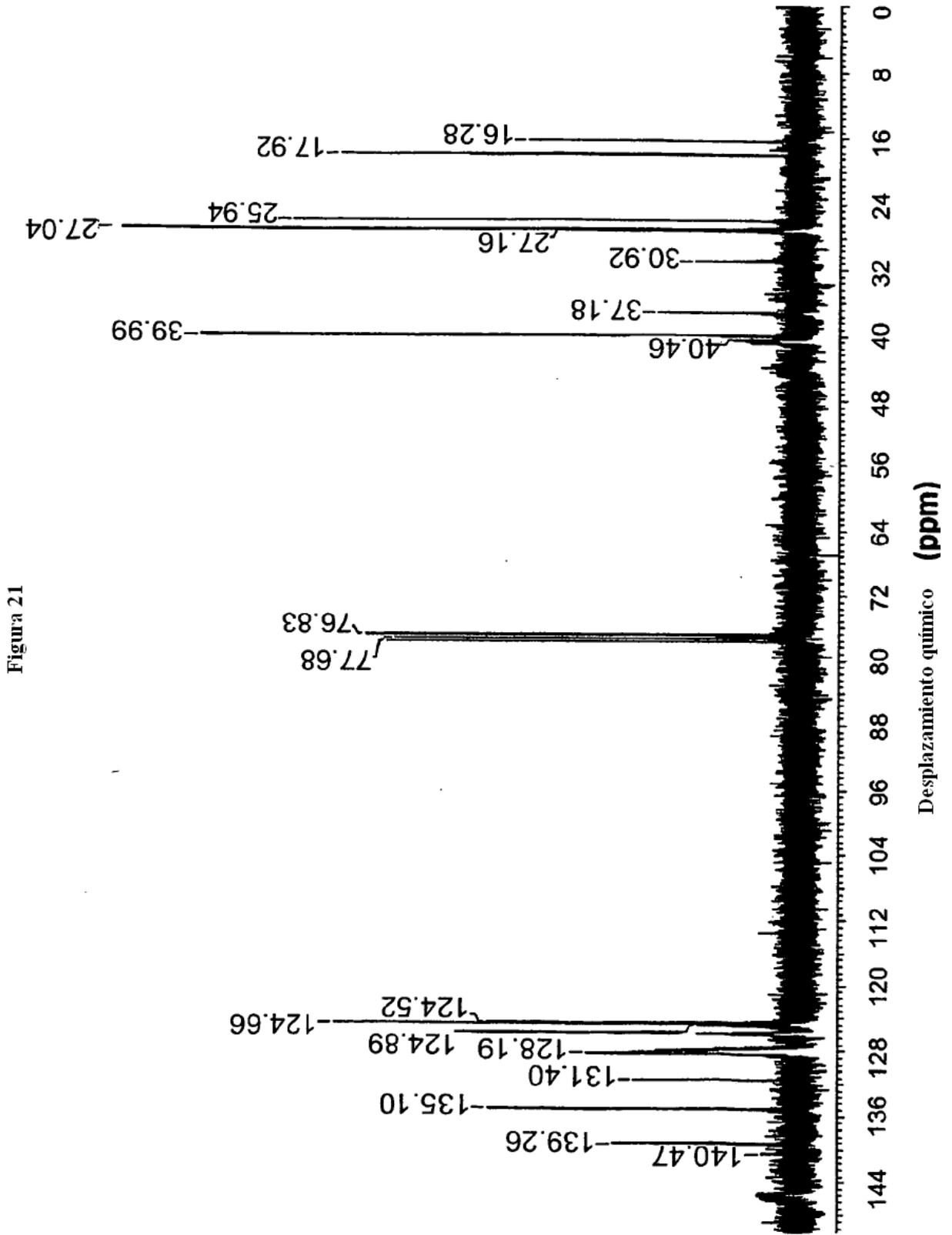


Figura 21

Figura 22

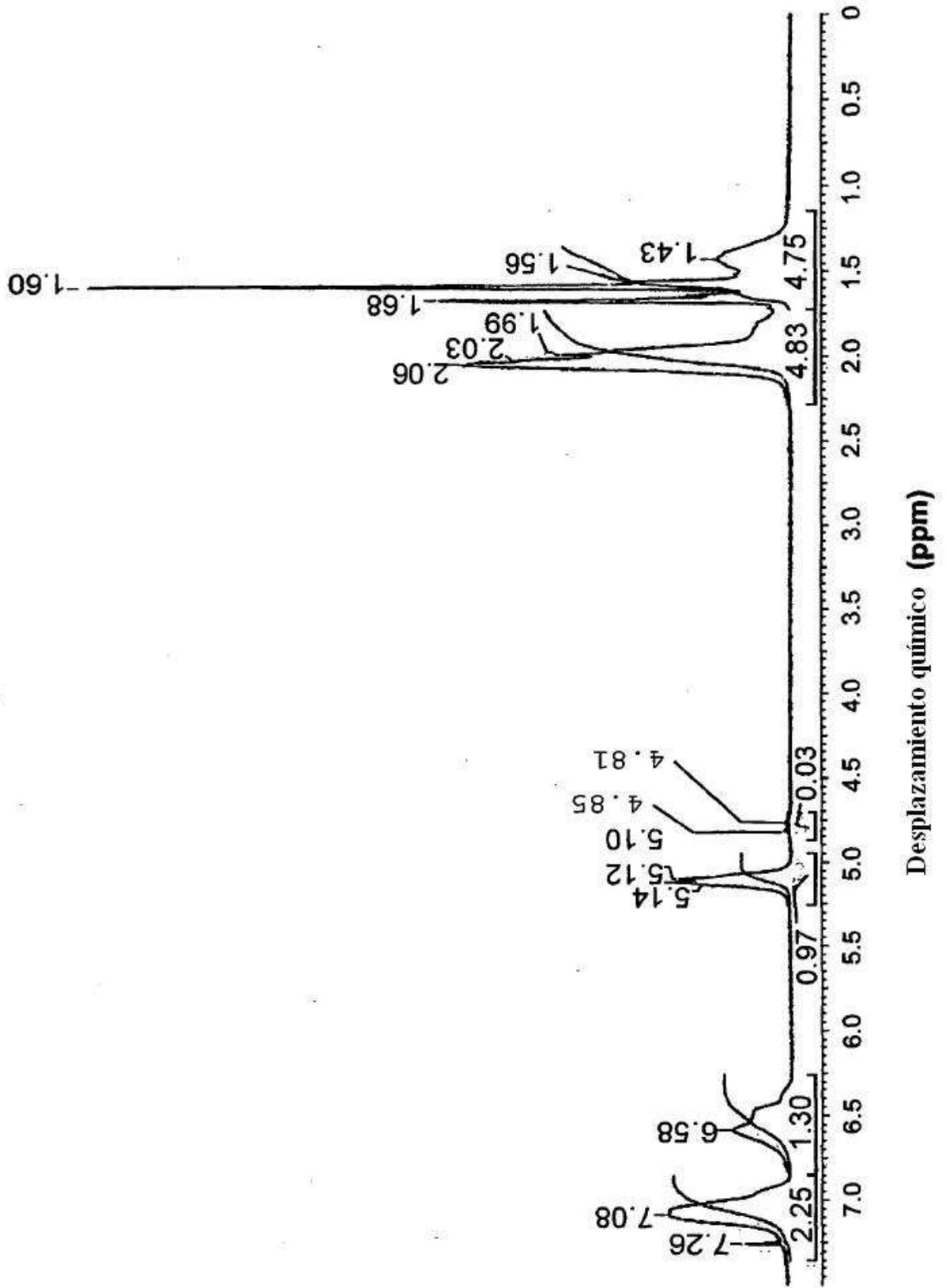


Figura 23

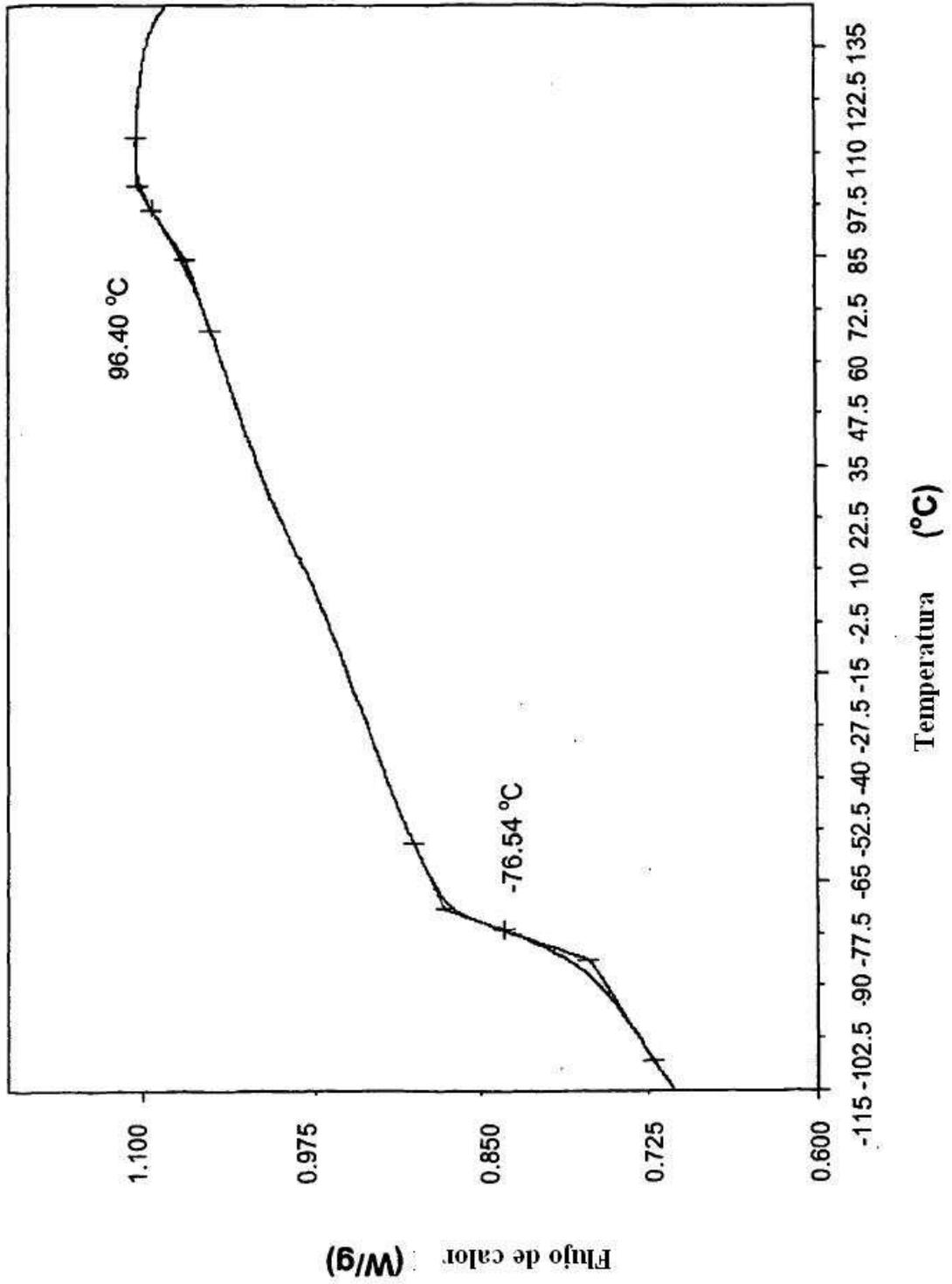


Figura 24

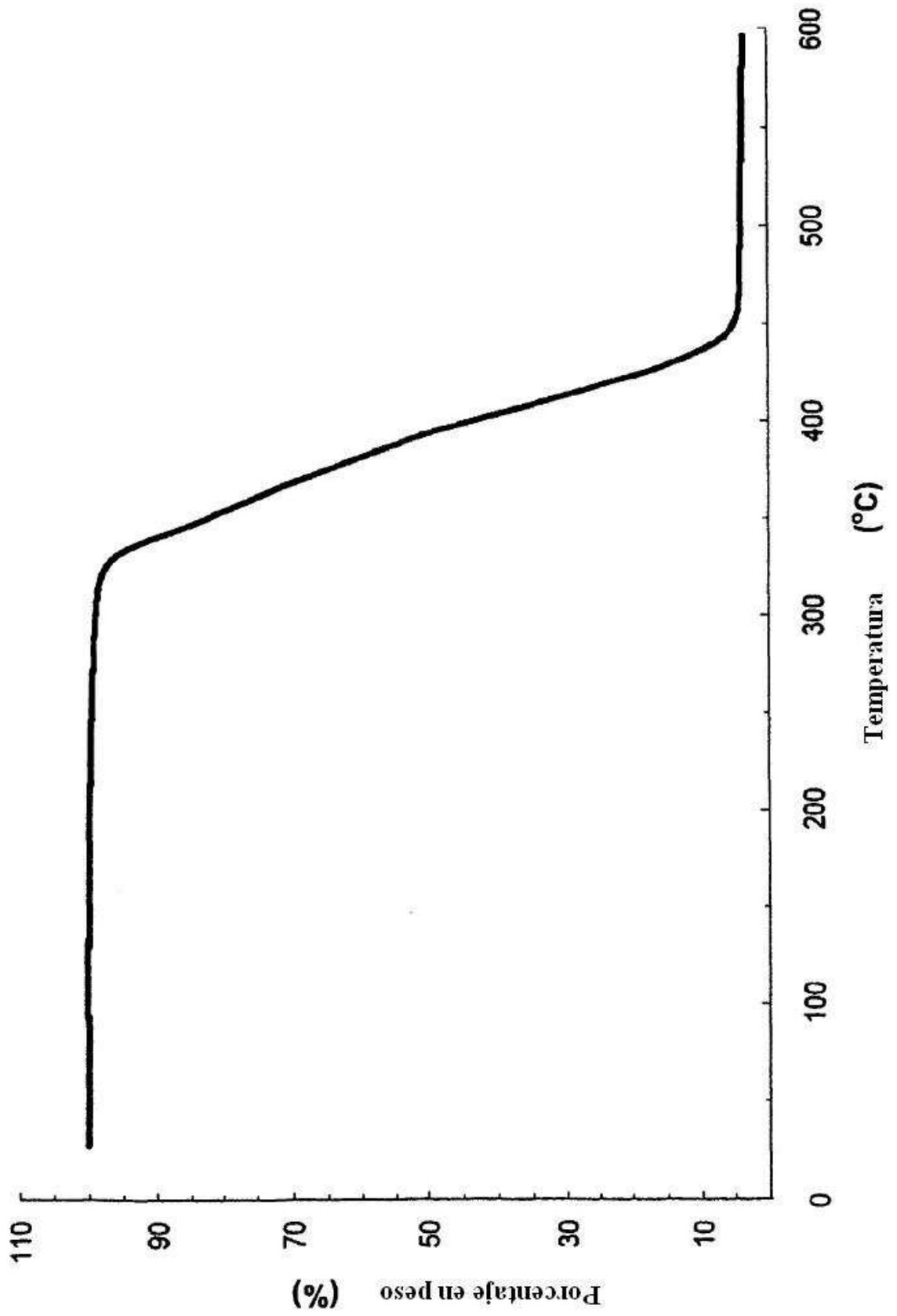


Figura 25

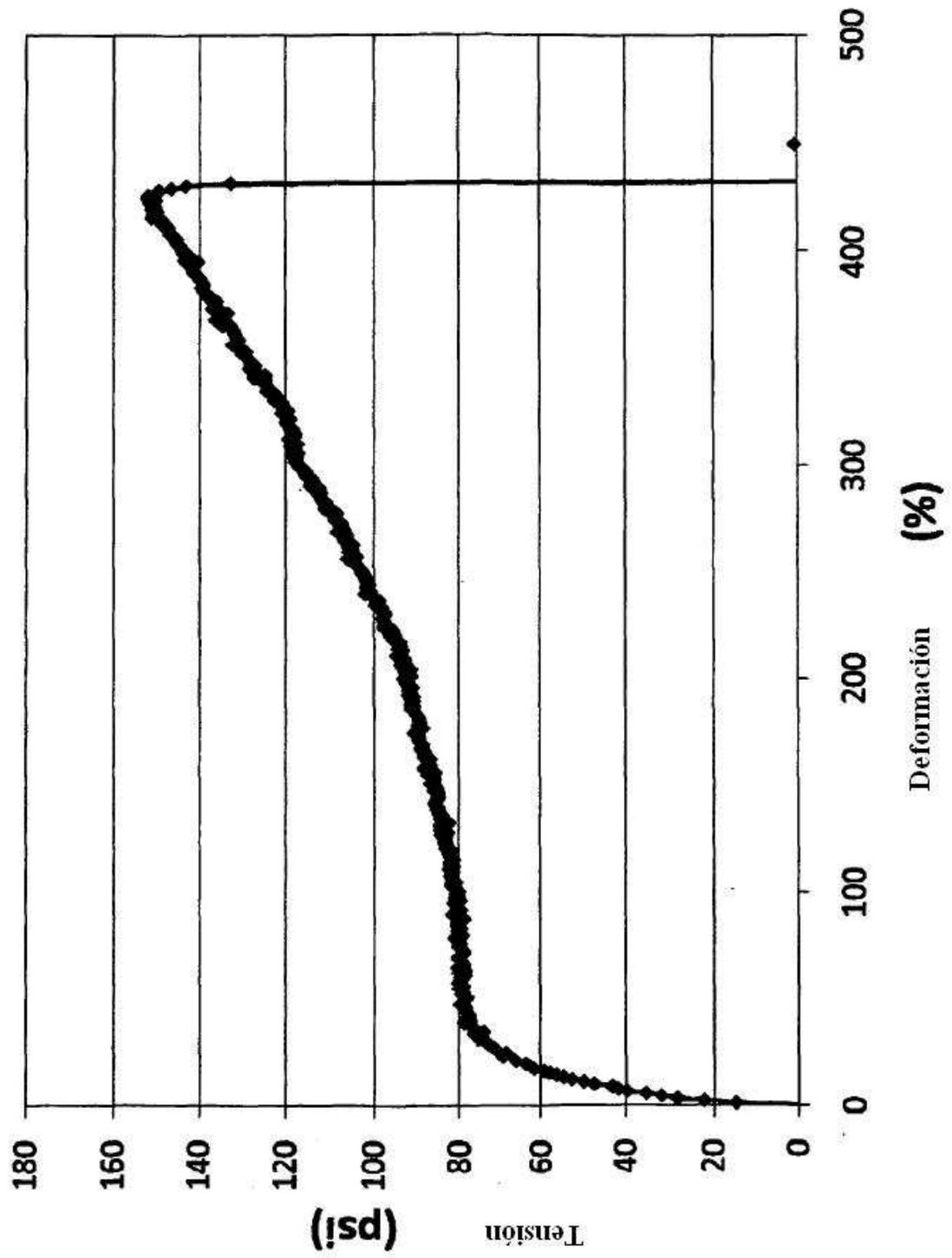


Figura 26

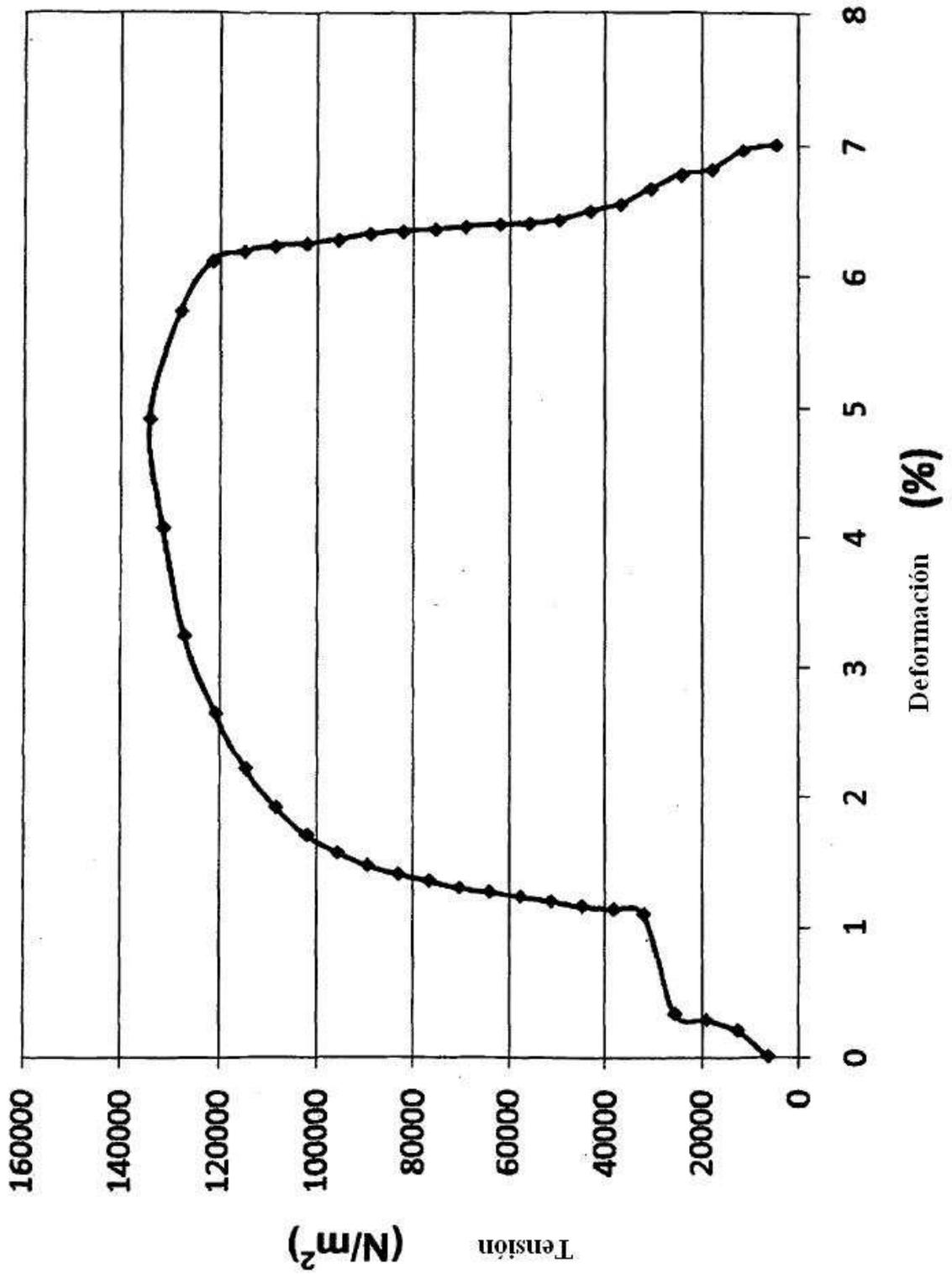


Figura27

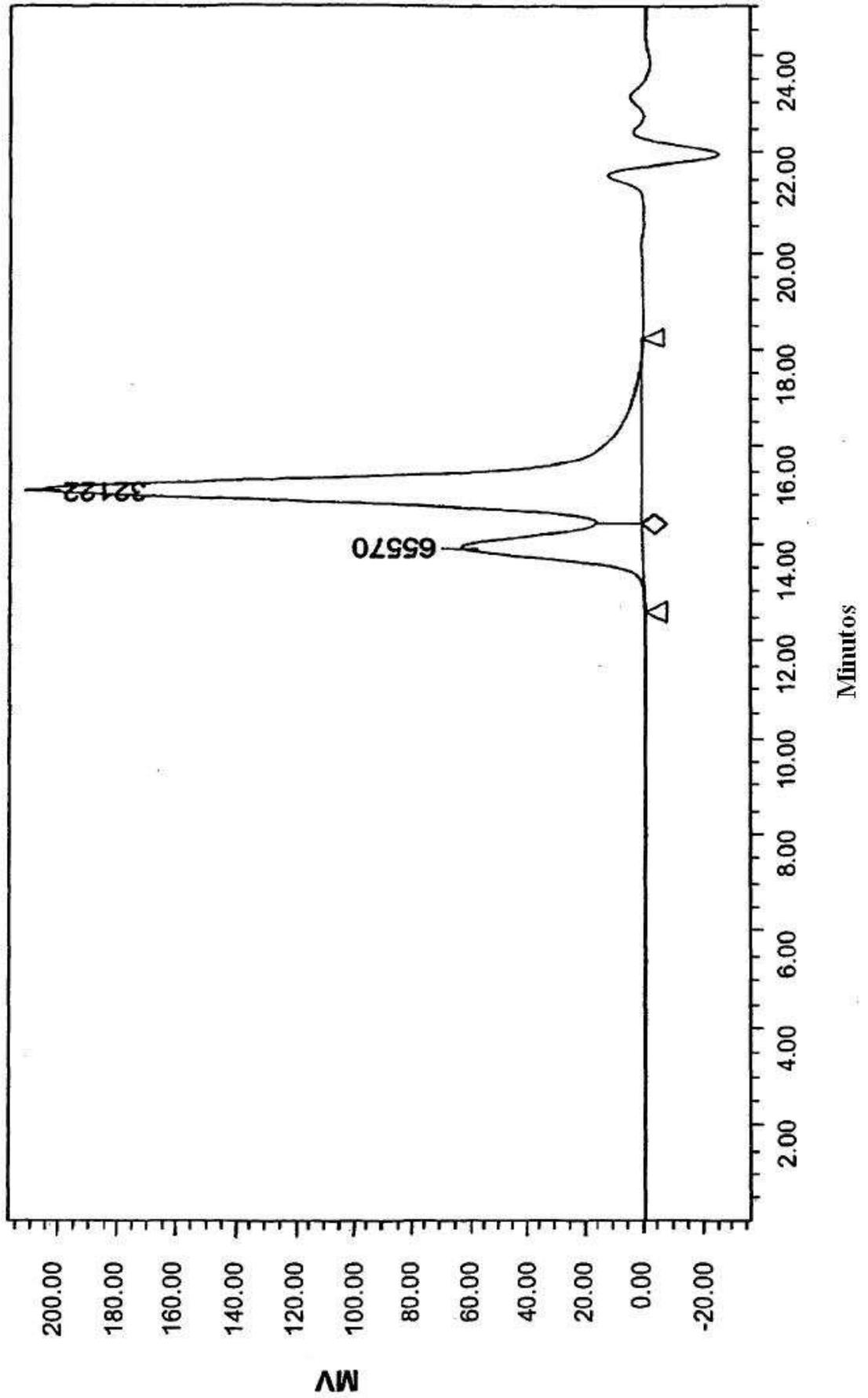


Figura 28

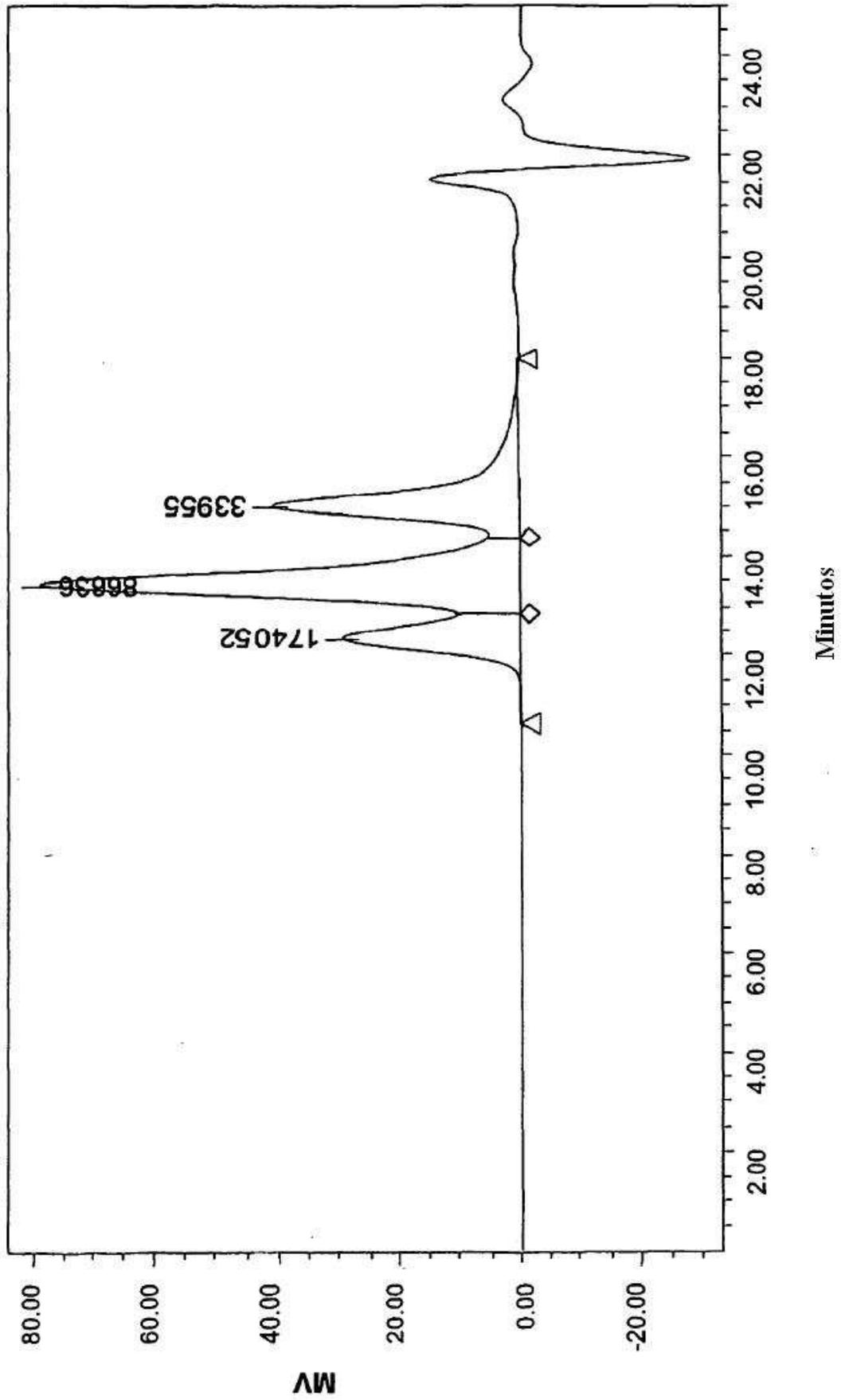


Figura 29

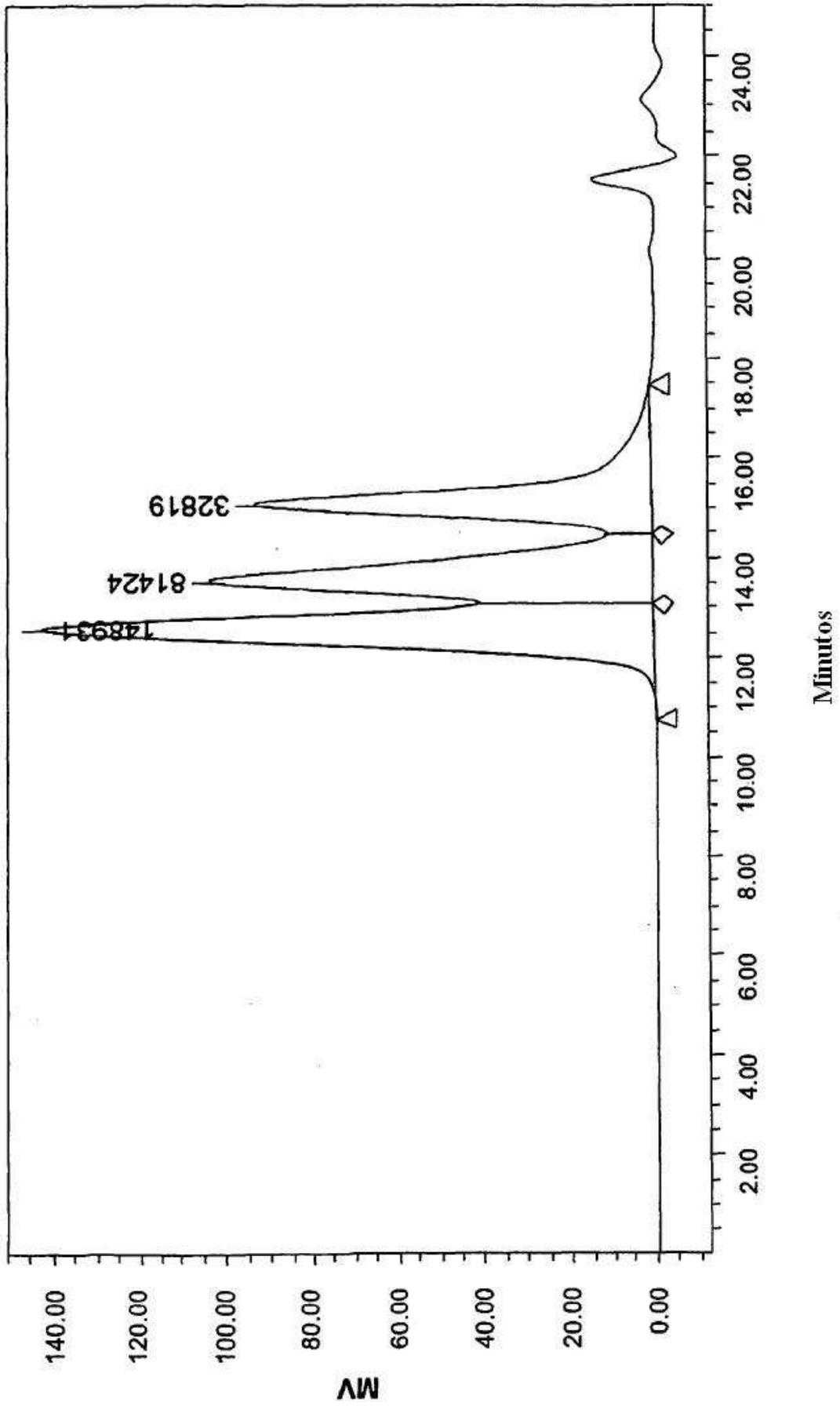


Figura 30

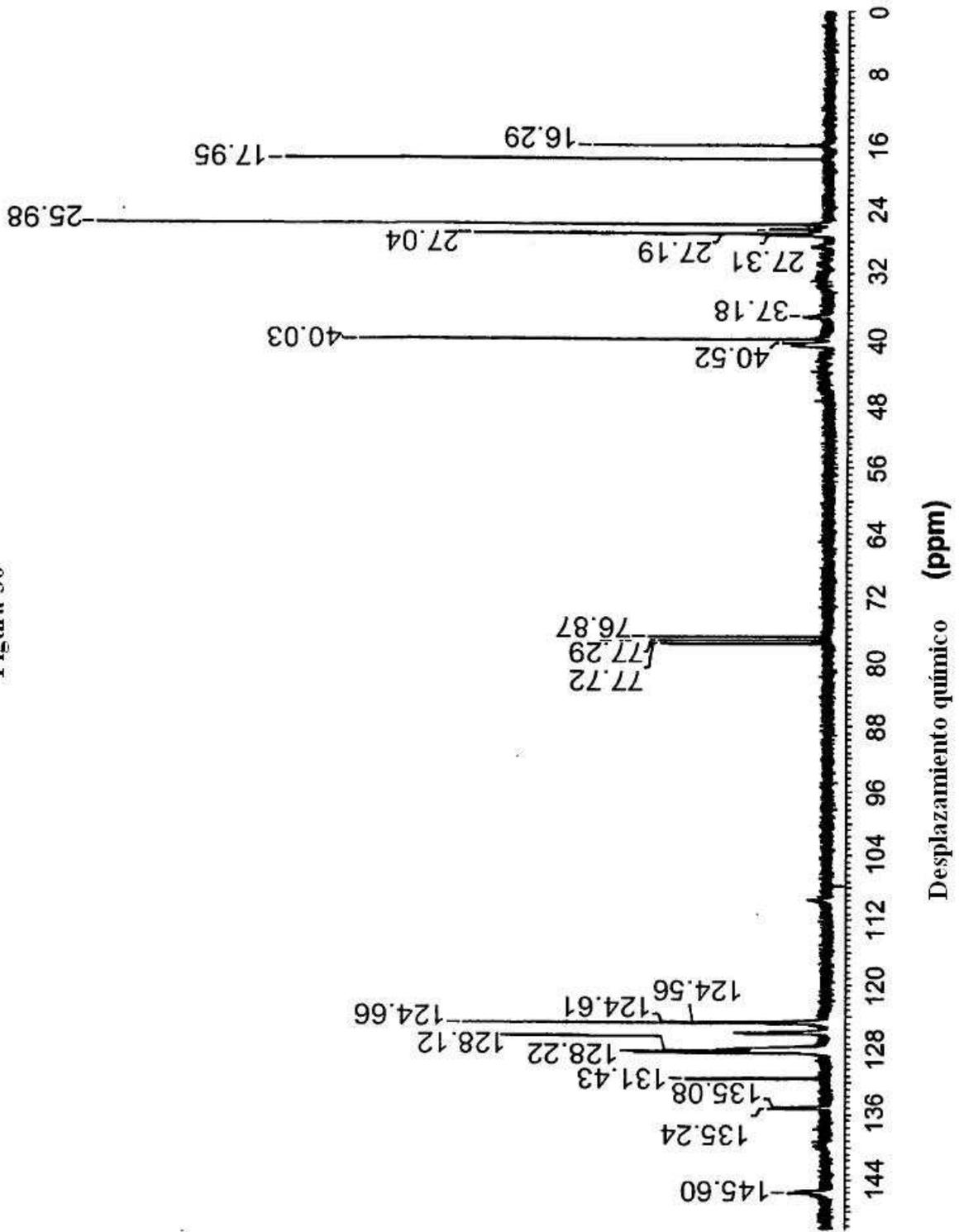


Figura 31

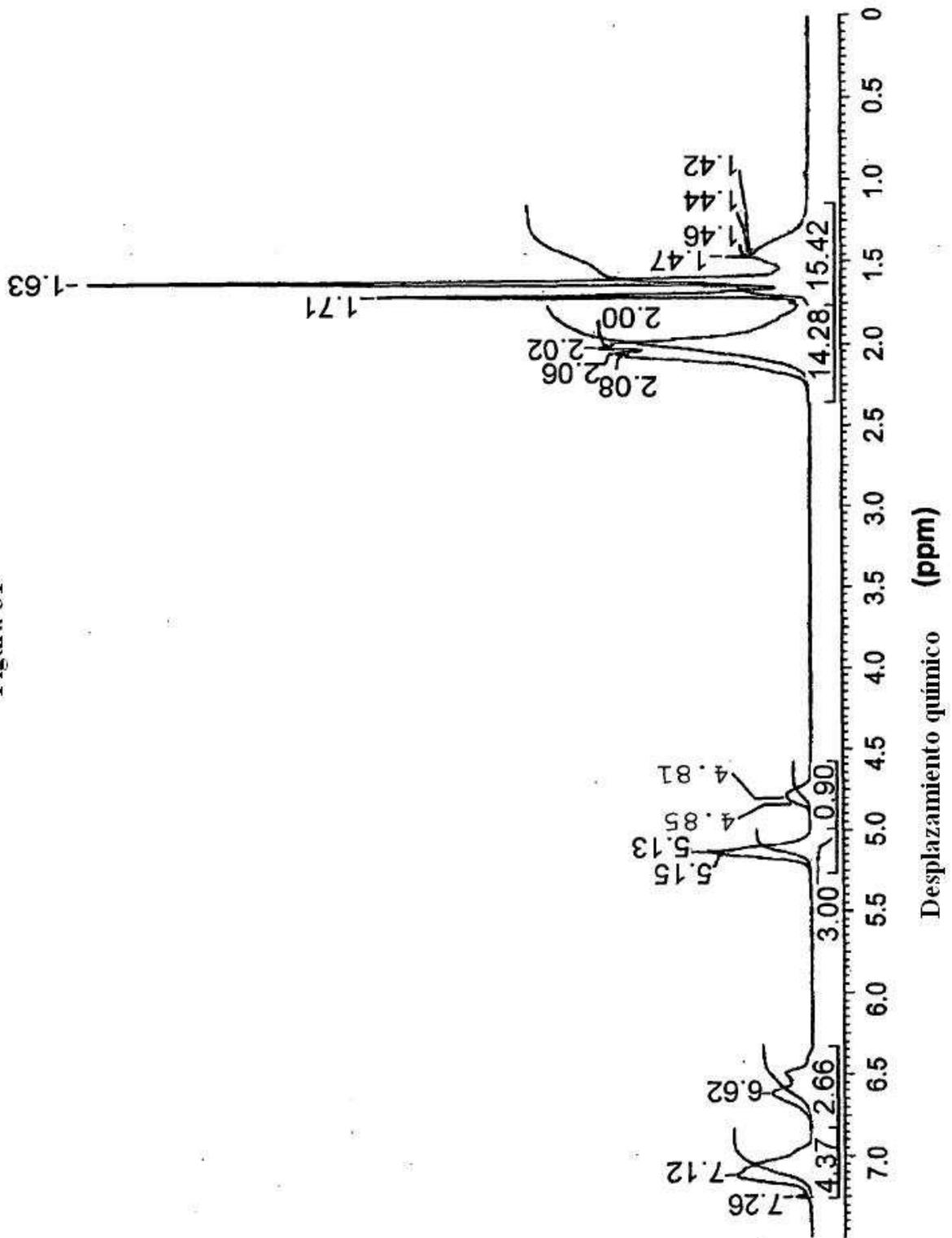


Figura 32

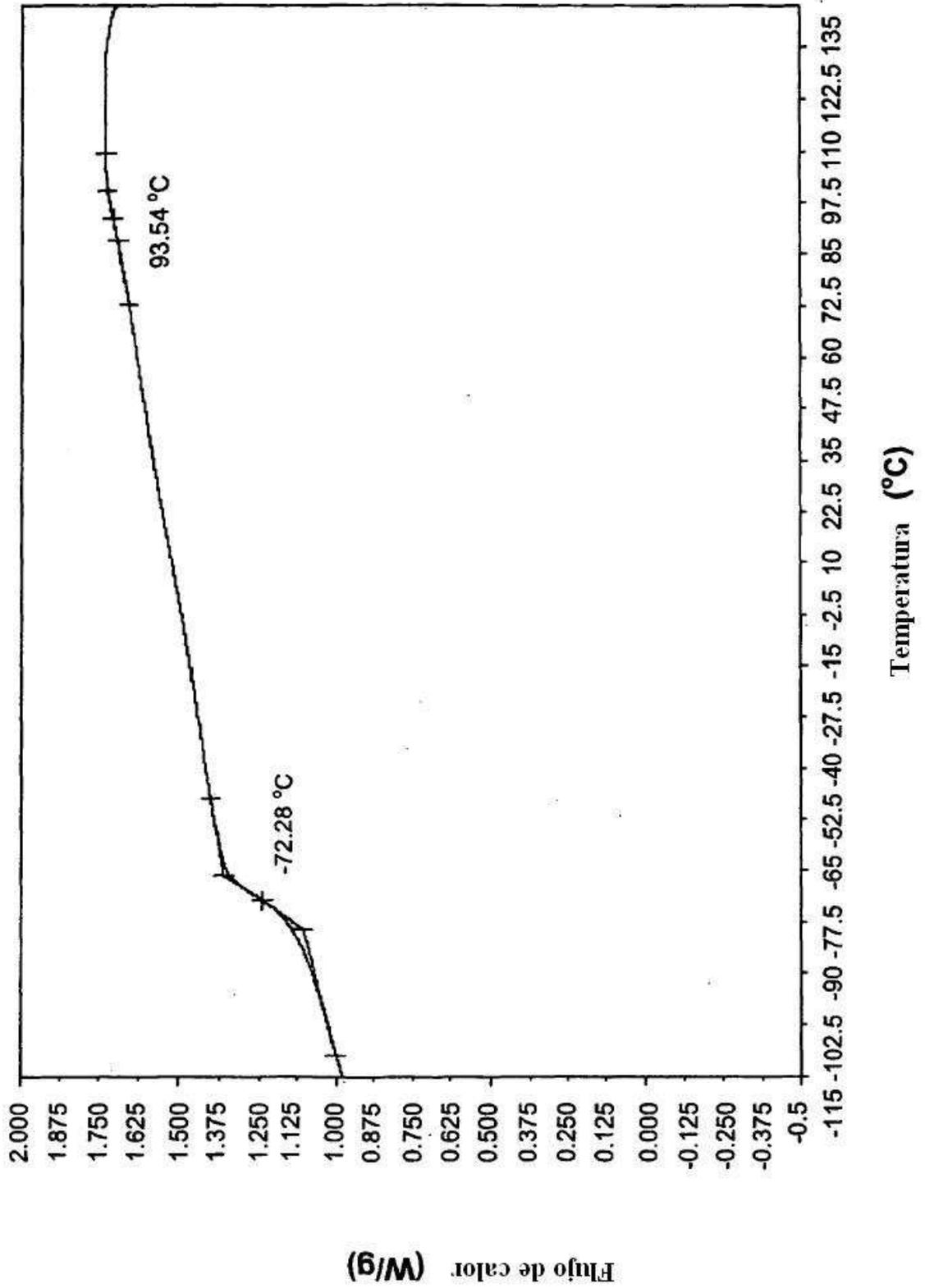


Figura 33

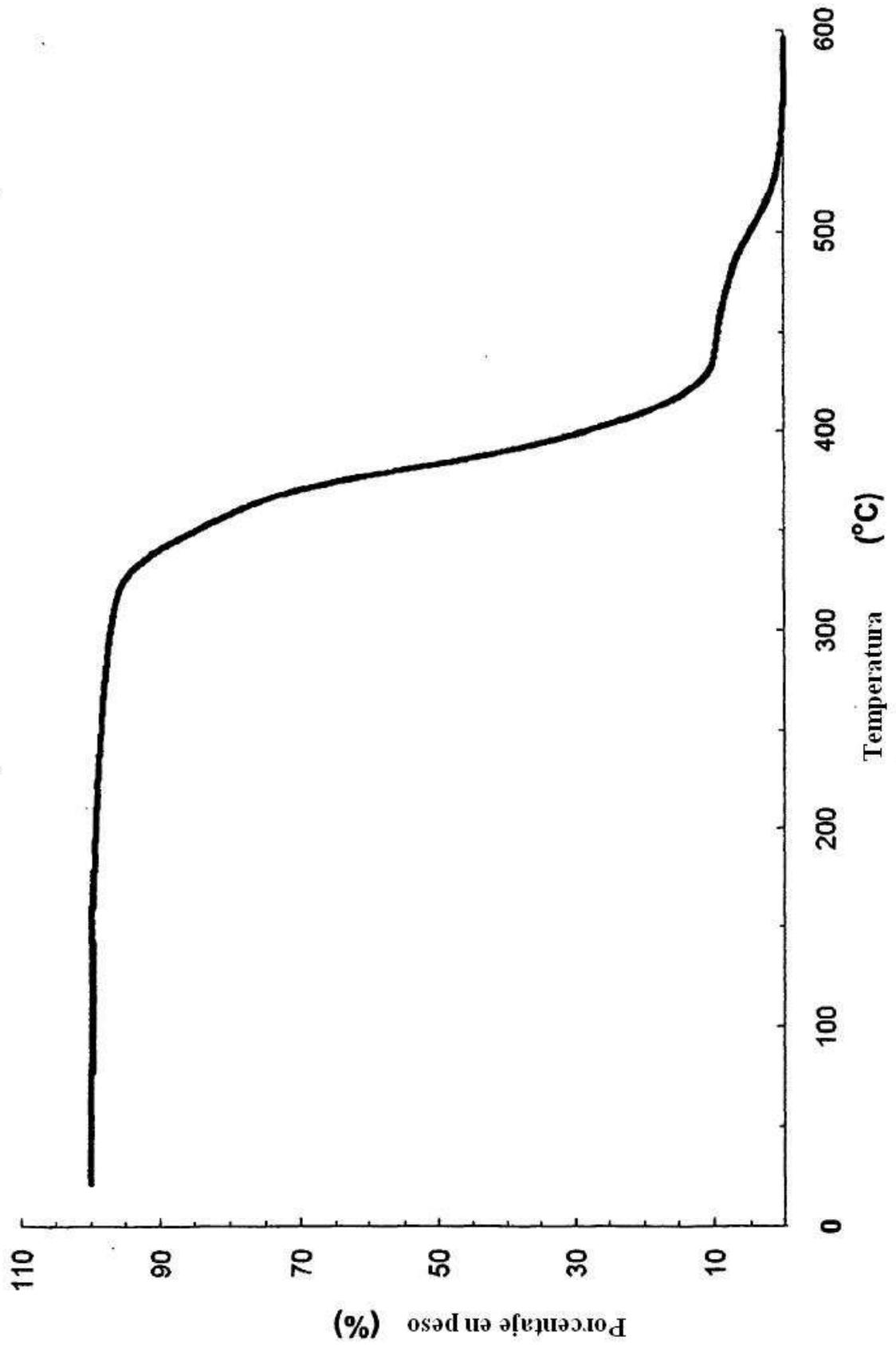


Figura 34

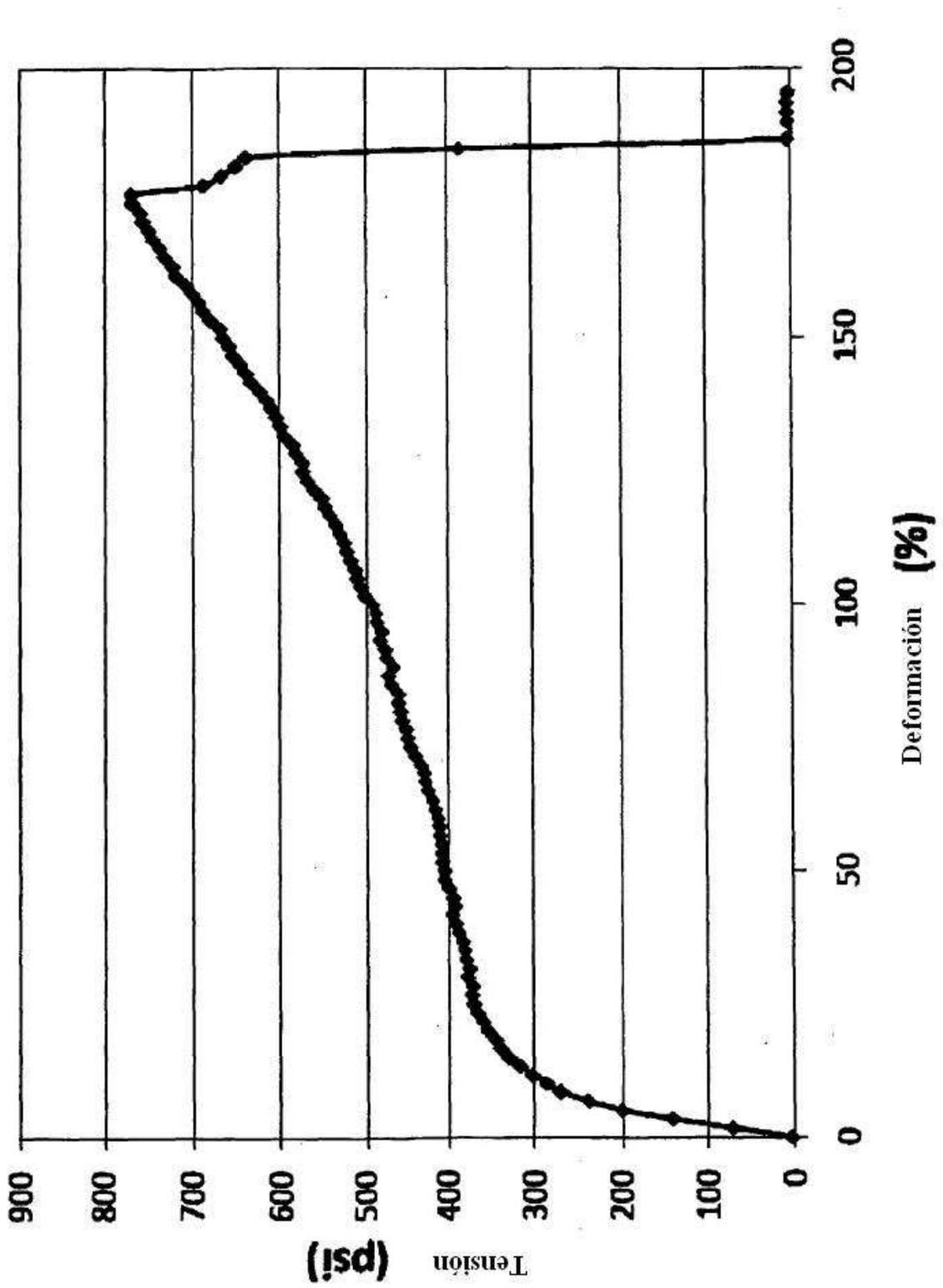


Figura 35

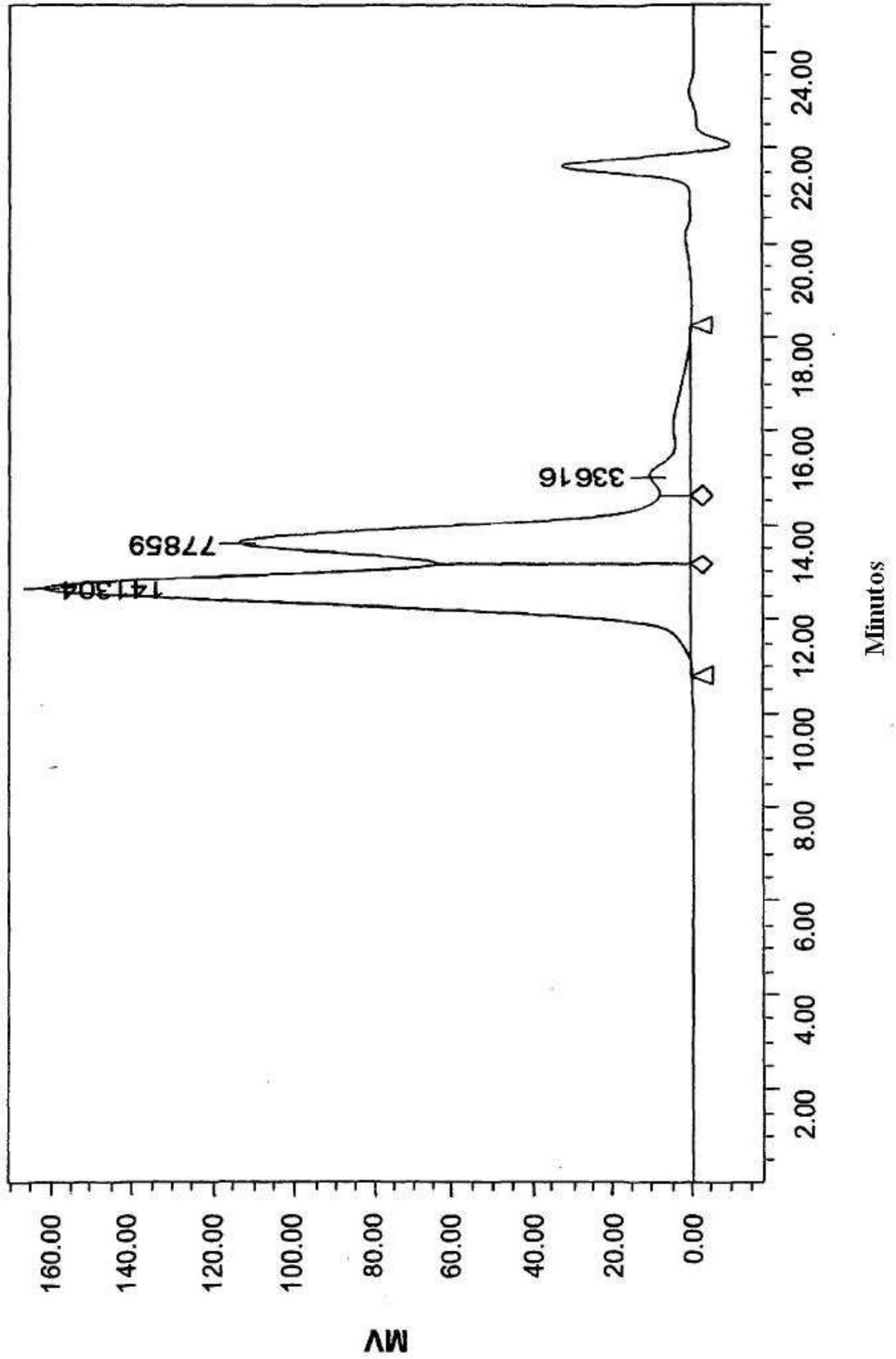


Figura 36

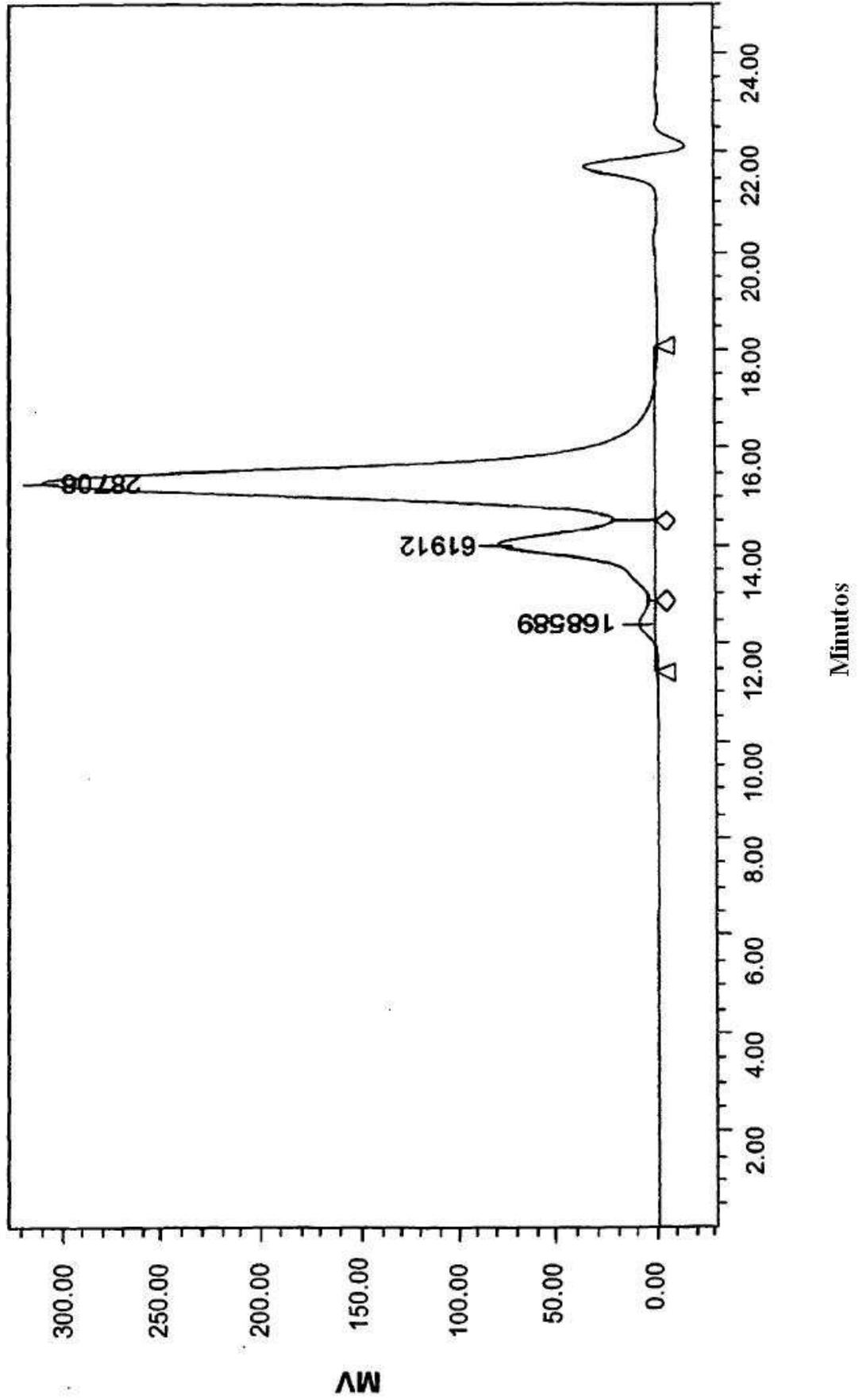


Figura 37

