

MODIFICACIÓN DE LA REOLOGÍA DE POLÍMEROS CON UN INICIADOR DE RADICALES Y TIURETANO

La presente invención se refiere a un método para modificar la reología de un material polimérico que comprende la etapa de incorporar en el material polimérico una mezcla de modificadores que comprende

a) un iniciador de radicales seleccionado de peróxidos, generadores de radicales a base de carbono, compuestos de bis-azo o compuestos de nitroxilo estable, y b) tiouretano de la Fórmula (1). La invención también se refiere a un material polimérico modificado que puede obtenerse al incorporar en el material polimérico la mezcla de modificadores; y a la mezcla de modificadores.

La preparación controlada de tipos de polímeros (tipos de polímeros que tienen diferentes masas molares, viscosidades de fusión, densidades, distribuciones de masa molar, etc.) a través de métodos de mezcla habituales, por ejemplo, mediante extrusión o moldeo por inyección, es un proceso rutinario empleado por los fabricantes de polímeros y procesadores/mezcladoras de polímeros. El ajuste de los parámetros deseados, por ejemplo, la viscosidad de fusión, por medio de esta etapa de proceso de polímeros depende críticamente de la reactividad controlada y el modo de acción de los aditivos empleados. Se usan a menudo formadores de radicales libres, especialmente peróxidos, para modificar la viscosidad de fusión y la reología de los materiales poliméricos.

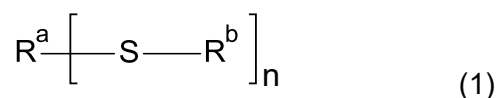
Se conocen diversos problemas: Se requieren altas concentraciones de iniciadores de radicales para proporcionar el rendimiento esperado; el mercado y las tendencias regulatorias presionan para reducir las cantidades de aditivos en general, por ejemplo, para satisfacer los requisitos de seguridad y sostenibilidad; especialmente los peróxidos son a menudo peligrosos, bastante inestables y sensibles al calor, los choques o la fricción, reaccionan fácilmente, y las preocupaciones principales son los riesgos de explosión e incendio.

Debido a las bajas temperaturas de descomposición de muchos formadores de radicales libres, por ejemplo, peróxidos, que están generalmente por debajo de las temperaturas habituales de procesamiento de polímeros, el uso de peróxidos solo permite trabajar dentro de una "ventana de temperatura de procesamiento" restringida. Si bien la industria desarrolló procesos confiables para garantizar su uso seguro, sigue existiendo la necesidad de optimizar su rendimiento como iniciadores de radicales

libres para promover las modificaciones de la reología de los materiales poliméricos.

Las cuestiones se solucionaron con un método para modificar la reología de un material polimérico que comprende la etapa de incorporar en el material polimérico una mezcla de modificadores que comprende

- a) un iniciador de radicales seleccionado de peróxidos, generadores de radicales a base de carbono, compuestos de bis-azo o compuestos de nitroxilo estable, y
- b) un tiouretano de la Fórmula (1)



donde

R^a se basa en un isocianato orgánico,

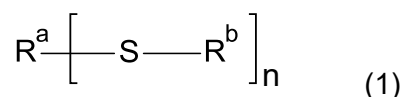
los radicales $\text{---S---} R^a$ son introducidos por la reacción con grupos isocianato,

R^b es C_{2-40} alquilo opcionalmente sustituido y/o interrumpido, y

n es mayor o igual a 1.

Las cuestiones se solucionaron con un material polimérico modificado que puede obtenerse al incorporar en el material polimérico la mezcla de modificadores, donde la mezcla de modificadores comprende

- a) el iniciador de radicales seleccionado de peróxidos, generadores de radicales a base de carbono, compuestos de bis-azo o compuestos de nitroxilo estable, y
- b) el tiouretano de la Fórmula (1)



donde

R^a se basa en un isocianato orgánico,

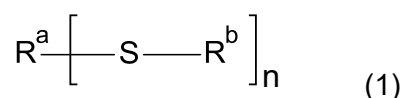
los radicales $\text{---S---} R^a$ son introducidos por la reacción con grupos isocianato,

R^b es C_{2-40} alquilo opcionalmente sustituido y/o interrumpido, y

n es mayor o igual a 1.

Las cuestiones se solucionaron con una mezcla de modificadores, donde la mezcla de modificadores comprende

- a) el iniciador de radicales seleccionado de peróxidos, generadores de radicales a base de carbono, compuestos de bis-azo o compuestos de nitroxilo estable, y
- b) el tiouretano de la Fórmula (1)



donde

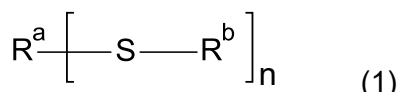
R^a se basa en un isocianato orgánico,

los radicales -S-R^a son introducidos por la reacción con grupos isocianato,

R^b es C₂-C₄₀ alquilo opcionalmente sustituido y/o interrumpido, y

n es mayor o igual a 1.

El **tiouretano** es de la Fórmula (1)



donde

R^a se basa en un isocianato orgánico,

los radicales -S-R^a son introducidos por la reacción con grupos isocianato,

R^b es C₂-C₄₀ alquilo opcionalmente sustituido y/o interrumpido, y

n es mayor o igual a 1.

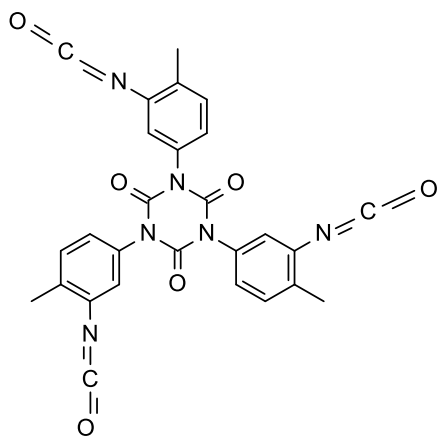
El **residuo R^a** se basa preferentemente en un isocianato orgánico, que es un ciclohexil diisocianato, metilenbis(ciclohexil) diisocianato, diisocianato de isoforona, fenil diisocianato, difenilmetan diisocianato o naftil diisocianato, cada uno de los cuales no está sustituido o está sustituido por C₁-C₄alquilo o di(C₁-C₄alquil)amino, o es C₄-C₂₀alquil diisocianato, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

Con mayor preferencia, el residuo R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un fenil diisocianato, difenilmetan diisocianato o naftil diisocianato, cada uno de los cuales no está sustituido o está sustituido por C₁-C₄alquilo o di(C₁-C₄alquil)amino, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

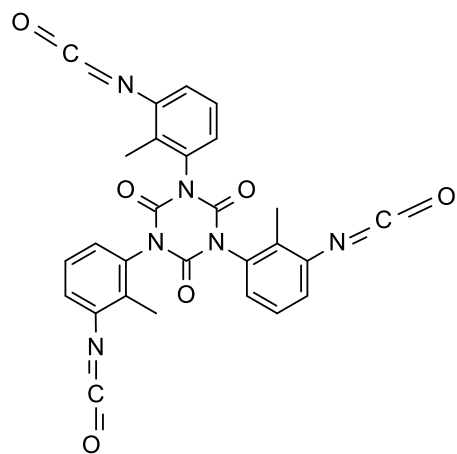
Es de alta preferencia que R^a se base en un isocianato orgánico, que es un fenil diisocianato no sustituido o sustituido por C₁-C₄alquilo, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

Es de máxima preferencia que R^a se base en toluen-2,4-diisocianato o toluen-2,6-diisocianato, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

Ejemplos de productos obtenidos mediante la reacción de los diisocianatos anteriores con estos mismos son los siguientes productos de reacción de tres equivalentes de toluen-2,4-diisocianato o toluen-2,6-diisocianato, respectivamente, de las Fórmulas (2) y (3):

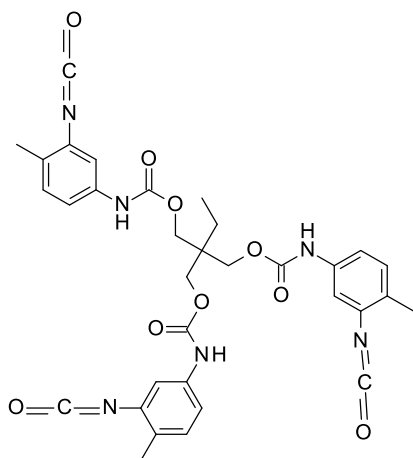


(2)

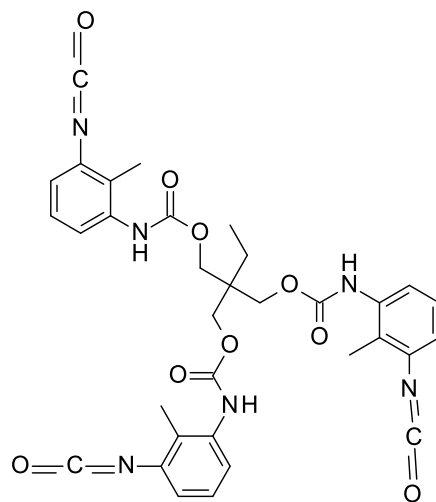


(3).

Ejemplos de productos obtenidos mediante la reacción de los diisocianatos anteriores con polioles son los siguientes productos de reacción de toluen-2,4-diisocianato o toluen-2,6-diisocianato, respectivamente, con un poliol de la Fórmula $\text{HO-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_2\text{-OH})_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ de las Fórmulas (4) y (5):



(4)

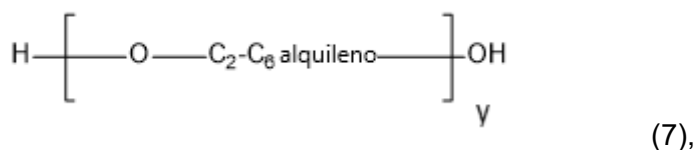


(5).

El poliol es preferentemente $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ alcohol que comprende dos o más grupos hidroxilo, o un poli- $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ alquilenglicol.

Como $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ alcohol para los polioles se prefieren los sustituidos por de dos a cuatro, especialmente dos o tres, grupos hidroxilo. Se prefiere particularmente el $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ alcohol, especialmente $\text{C}_2\text{-C}_6$ alcohol, que están sustituidos correspondientemente por grupos hidroxilo. Se prefiere en mayor medida el poliol de la Fórmula $\text{HO-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_2\text{-OH})_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$.

Como poli- $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ alquilenglicol se prefiere el poli- $\text{C}_2\text{-C}_6$ alquilenglicol, especialmente de la Fórmula (7)



en donde y es un número de 2 a 600, especialmente de 2 a 200 y con máxima preferencia de 2 a 100. En mayor medida, se prefiere un número de 2 a 50, especialmente 2 a 20. En cuanto a la Fórmula (7), se prefiere el polietilenglicol o polipropilenglicol correspondiente. Preferentemente, el polioli es C₂-C₆ alcohol, que está sustituido por de dos a cuatro grupos hidroxilo, o poli-C₂-C₆ alquilenglicol, especialmente de la Fórmula (7).

En el caso de una reacción de los diisocianatos con estos mismos, o la reacción de diferentes tipos de diisocianatos con estos mismos, esto puede dar lugar a mezclas de diferentes oligómeros o polímeros, y en el caso de la reacción adicional con polioles, pueden obtenerse mezclas aún más complejas. Se conocen isocianatos orgánicos correspondientes o se los puede obtener de acuerdo con procesos conocidos, por ejemplo, a través de WO05/070987.

Por ejemplo, el **residuo R^b** puede estar interrumpido por -O-, -NH-, -S- y/o un grupo carbonilo. Un sustituyente posible de R^b es -SH. Se prefiere el correspondiente C₈-C₄₀alquilo, especialmente C₈-C₂₀alquilo.

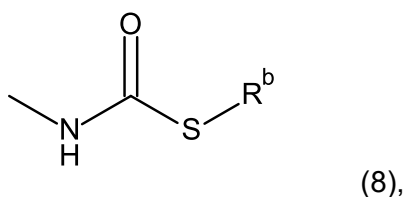
R^b es preferentemente C₂-C₄₀alquilo ininterrumpido o interrumpido por -O-, -NH-, -S- y/o un grupo carbonilo, especialmente por -O- y/o un grupo carbonilo.

Con particular preferencia, R^b es C₈-C₄₀alquilo, especialmente C₈-C₂₀alquilo, ininterrumpido o interrumpido por -O- y/o un grupo carbonilo.

n es mayor o igual a 1, tal como de 1 a 10, preferentemente de 1 a 5, o en particular de 1 a 3. En otra forma, n puede ser 1, 2, 3, 4 o 5.

El tiouretano puede obtenerse mediante la reacción de un isocianato orgánico con **tioles** de la fórmula H-S-R^b, en donde, para R^b, aplican las definiciones y preferencias anteriores.

Los radicales -S-R^b son introducidos por la **reacción** con grupos isocianato del isocianato orgánico, y se unen en el producto de reacción como grupos de la Fórmula (8)

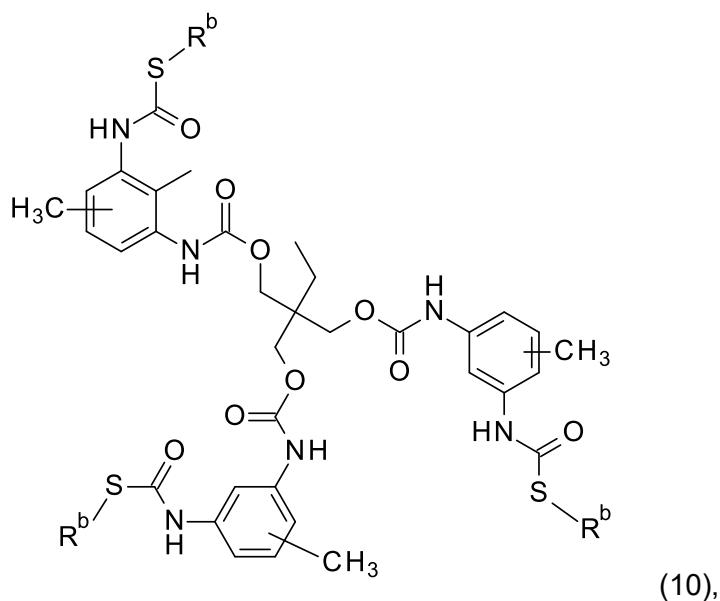
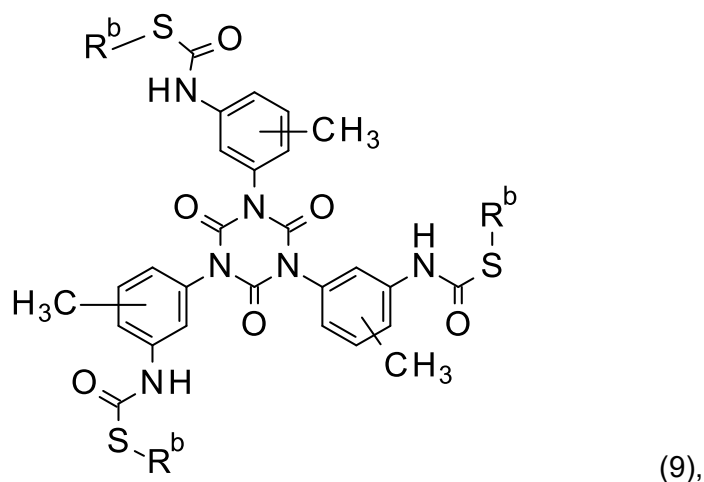


en donde R^b es como se definió anteriormente.

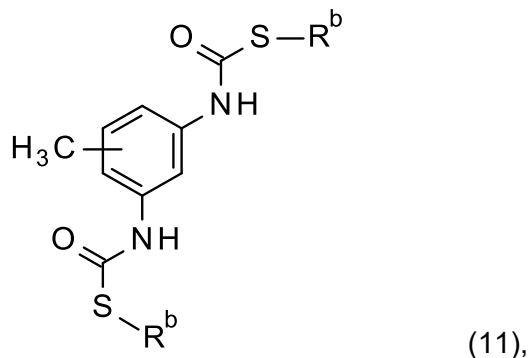
En vista de lo anterior, la expresión “isocianatos funcionalizados con compuestos de tio” se refiere a tiouretanos correspondientes.

El proceso anterior para la preparación de los compuestos del tiouretano se lleva a cabo generalmente en presencia de **catalizadores**, como aminas terciarias, por ejemplo, trietilendiamina, dimetilpiperazina, dimetiletanolamina, 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octano o 1,8-diazabicyclo[5.4.0]undec-7-eno, o con compuestos de estaño como catalizadores, por ejemplo, dilaurato de dibutilestaño. Se prefiere trietilamina. El catalizador se usa, por ejemplo, en una cantidad de 0,1 a 10 % en peso, en función del peso del isocianato orgánico. La reacción se lleva a cabo normalmente en presencia de un solvente orgánico, como tetrahidrofurano o acetato de etilo, y a temperaturas de, por ejemplo, 30 a 80 °C.

Los tiouretanos adecuados son de la Fórmula (9), (10) o (11)

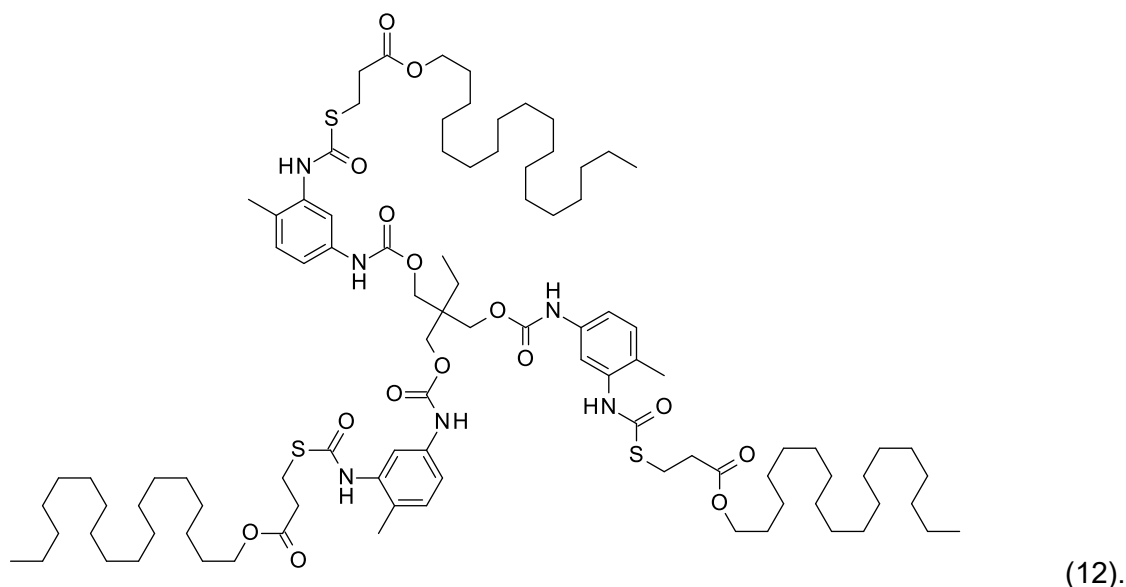


en donde, en cada una de las fórmulas (9) y (10), R^b es como se definió anteriormente y para el que aplicarán las preferencias anteriores, o



en donde, para la Fórmula (11), R^b es C₈-C₄₀alquilo ininterrumpido o interrumpido por -O- y/o un grupo carbonilo, y para el que aplicarán las preferencias anteriores proporcionadas para R^b. Los tiouretanos preferidos son compuestos de las Fórmulas (9) y (10), especialmente los de la Fórmula (10).

En otra forma, el tiouretano preferido es de la Fórmula (12)



El **iniciador de radicales** puede seleccionarse de peróxidos, generadores de radicales a base de carbono, compuestos de bis-azo o compuestos de nitroxilo estable, y se prefieren los peróxidos y generadores de radicales a base de carbono. En una forma, el iniciador de radicales es un peróxido. En otra forma, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono.

Los **peróxidos** adecuados son peróxidos orgánicos o inorgánicos, preferentemente peróxidos orgánicos. Los ejemplos típicos de peróxidos orgánicos adecuados incluyen 2,5-dimetil-2,5-di(t-butilperoxi)hexano, 2,5-dimetil-2,5-di(t-butilperoxi)hexano-3, 3,6,6,9,9-pentametil-3-(acetato de etilo)-1,2,4,5-tetraoxi

ciclononano, t-butil hidroperóxido, peróxido de hidrógeno, dicumil peróxido, t-butil peroxi isopropil carbonato, di-t-butil peróxido, p-clorobenzoil peróxido, dibenzoil diperóxido, t-butil cumil peróxido; t-butil hidroxietil peróxido, di-t-amil peróxido y 2,5-dimetilhexen-2,5-diperisononanoato, acetilciclohexansulfonil peróxido, diisopropil peroxidicarbonato, ter-amil perneodecanoato, ter-butil-perneodecanoato, ter-butilperpivalato, ter-amilperpivalato, bis(2,4-diclorobenzoil) peróxido, diisononanoil peróxido, didecanoil peróxido, dioctanoil peróxido, dilauroil peróxido, bis(2-metilbenzoil) peróxido, disuccinoil peróxido, diacetil peróxido, dibenzoil peróxido, ter-butil per-2-etilhexanoato, bis(4-clorobenzoil) peróxido, ter-butil perisobutirato, ter-butil permaleato, 1,1-bis(ter-butilperoxi)-3,5,5-trimetilciclohexano, 1,1-bis(ter-butilperoxi)ciclohexano, ter-butil peroxiisopropil carbonato, ter-butil perisononaoato, 2,5-di-metilhexan 2,5-dibenzoato, ter-butil peracetato, ter-amil perbenzoato, ter-butil per-benzoato, 2,2-bis(ter-butilperoxi)butano, 2,2-bis (ter-butilperoxi)propano, dicumil peróxido, 2,5-dimetilhexan 2,5-di-ter-butilperóxido, 3-ter-butilperoxi-3-fenil ftalida, di-ter-amil peróxido, α,α' -bis(ter-butilperoxiisopropil) benceno, 3,5-bis(ter-butilperoxi)-3,5-di-metil-1,2-dioxolano, di-ter-butil peróxido, 2,5-dimetilhexin 2,5-di-ter-butil peróxido, 3,3,6,6,9,9-hexametil-1,2,4,5-tetraoxaciclononano, p-mentan hidroperóxido, pinan hidroperóxido, diisopropilbencen mono- α -hidroperóxido, hidroperóxido de cumeno o ter-butil hidroperóxido.

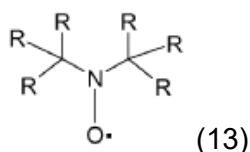
En otra forma, los peróxidos adecuados con 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butilperoxi)hexano (DHBP), 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butilperoxi)hexino-3 (DYBP), dicumil-peróxido (DCUP), di-ter-butil-peróxido (DTBP), ter-butil-cumil-peróxido (BCUP), bis(ter-butilperoxiisopropil)benceno (DIPP), 3,6,9-trietil-3,6,9-trimetil-1,4,7-triperoxonano, di(ter-butilperoxiisopropil)benceno, dicetil peroxidicarbonato y ter-butil monoperoximaleato.

Los peróxidos preferidos son 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butilperoxi)hexano (DHBP), ter-butilcumil-peróxido (BCUP) y 3,6,9-trietil-3,6,9-trimetil-1,4,7-triperoxonano, especialmente 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butilperoxi)hexano (DHBP) y 3,6,9-trietil-3,6,9-trimetil-1,4,7-triperoxonano. El peróxido es en particular 2,5-dimetil-2,5-di(ter-butilperoxi)hexano.

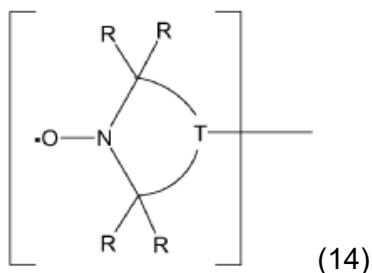
Son **compuestos de bis-azo** adecuados, por ejemplo, 2,2'-azobisisobutironitrilo, 2,2'-azobis(2-metilbutironitrilo), 2,2'-azobis(2,4-dimetilvaleronitrilo), 2,2'-azobis(4-metoxi-2,4-dimetilvaleronitrilo), 1,1'-azobis(1-ciclohexancarbonitrilo), 2,2'-azobis(isobutiramida) dihidrato, 2-fenilazo-2,4-dimetil-4-metoxivaleronitrilo, dimetil 2,2'-azobisisobutirato, 2-(carbamoilazo)isobutironitrilo, 2,2'-

azobis(2,4,4-trimetilpentano), 2,2'-azobis(2-metil-propano), 2,2'-azobis(N,N'-dimetilenisobutiramidina) como base libre o clorhidrato, 2,2'-azobis(2-amidinopropano) como base libre o clorhidrato, 2,2'-azobis{2-metil-N-[1,1-bis(hidroximetil)etil]propionamida} o 2,2'-azobis{2-metil-N-[1,1-bis(hidroximetil)-2-hidroxietil]propionamida}.

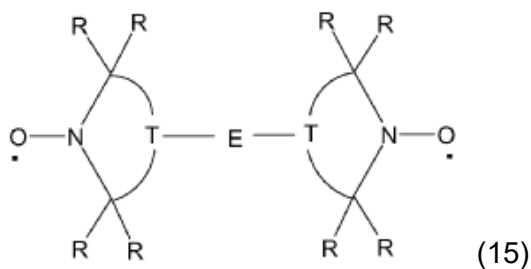
Los **compuestos de nitroxilo estable** adecuados son los de la Fórmula genérica (13)



o son compuestos que contienen uno o más grupos de la Fórmula (14)



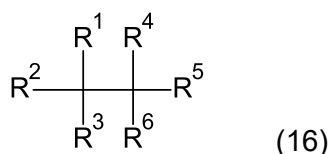
donde cada R es alquilo y T es un grupo necesario para completar un anillo de 5 o 6 miembros. Dos o más grupos nitroxilo pueden estar presentes en la misma molécula al estar ligados a través de la porción T como se ejemplifica a continuación donde E es un grupo ligador de la Fórmula (15):



Los compuestos de nitroxilo estable adecuados incluyen bis(1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il) sebacato, 4-hidroxi-1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 4-etoxi-1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 4-propoxi-1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 4-acetamido-1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-ona, 1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il acetato, 1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il 2-etil-hexanoato, 1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il estearato, 1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il benzoato, 1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il 4-t-butil-benzoato, bis(1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il) succinato, bis(1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il) adipato, bis(1-oxil-2,2,6,6-

tetrametilpiperidin-4-il) n-butilmalonato, bis(1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il) ftalato, bis(1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il) isoftalato, bis(1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il) tereftalato, bis(-oxil-2,2,6,6-tetrametil-piperidin-4-il) hexahidrotereftalato, N,N'-bis(1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il)adipamida, N-(1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il)caprolactama, N-(1-oxil-2, 2,6,6-tetrametilpiperidinildodecilsuccinimida, 2,4,6-tris-[N-butyl-N-(1-oxil-2,2,6,6-tetrame-tilpiperidin-4-il)]-s-triazina, 4,4'-etilenbis(1-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperazin-3-ona), 2-oxil-1,1,3,3-tetrametil-2-isobenzazol, 1-oxil-2,2,5,5-tetrametilpirrolidina y N,N-bis-(1,1,3,3-tetrametilbutil)nitróxido.

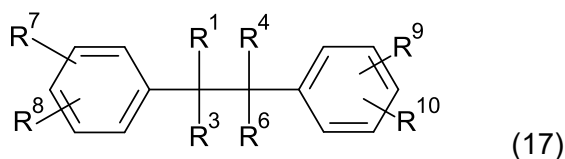
Los **generadores de radicales a base de carbono** adecuados son de la Fórmula (16)



en donde cada uno de R¹, R³, R⁴ y R⁶ se selecciona independientemente del grupo que consiste en hidrógeno, hidrocarburos lineales, ramificados y cíclicos, sustituidos y no sustituidos, con de 1 a 12 átomos de carbono e hidrocarburos aromáticos sustituidos y no sustituidos con de 6 a 12 átomos de carbono, y cada uno de R² y R⁵ se selecciona independientemente del grupo que consiste en hidrocarburos lineales, ramificados y cíclicos, sustituidos y no sustituidos, con de 1 a 12 átomos de carbono e hidrocarburos aromáticos sustituidos y no sustituidos con de 6 a 12 átomos de carbono, y en donde al menos uno de R¹, R², R³, R⁴, R⁵ y R⁶ es un hidrocarburo aromático sustituido o no sustituido con de 6 a 12 átomos de carbono.

Los generadores de radicales a base de carbono de la Fórmula (16) pueden tener una estructura simétrica, así como una asimétrica. Cada uno de R² y R⁵ puede seleccionarse independientemente de un grupo arilo sustituido o no sustituido con de 6 a 12 átomos de carbono y cada uno de R¹, R³, R⁴ y R⁶ se selecciona independientemente del grupo que consiste en hidrógeno y grupos C1-C6 alquilo.

En otra forma de realización, los generadores de radicales a base de carbono tienen la Fórmula (17)



en donde cada uno de R⁷, R⁸, R⁹ y R¹⁰ se selecciona independientemente de un grupo que consiste en un átomo de hidrógeno, grupos C1-6 alquilo, grupos C1-2 alcoxi, un

grupo nitrilo y un átomo de halógeno, y en donde cada uno de R^1 , R^3 , R^4 y R^6 se selecciona independientemente del grupo que consiste en hidrógeno y grupos C1-6 alquilo.

En aun otra forma de realización, el generador de radicales a base de carbono se selecciona del grupo que consiste en 2,3-dimetil-2,3-difenilbutano, 2,3-dipropil-2,3-difenilbutano, 2,3-dibutil-2,3-difenilbutano, 2,3-dihexil-2,3-difenilbutano, 2-metil-3-etil-2,3-difenilbutano, 2-metil-2,3-difenilbutano, 2,3-difenilbutano, 2,3-dimetil-2,3-di-(p-metoxifenil)-butano, 2,3-dimetil-2,3-di-(p-metilfenil)-butano, 2,3-dimetil-2-metilfenil-3-(p-2'3'-dimetil-3'-metilfenil-butil)-fenil-butano, 3,4-dimetil-3,4-difenilhexano, 3,4-dietil-3,4-difenilhexano, 3,4-dipropil-3,4-difenilhexano, 4,5-dipropil-4,5-difeniloctano, 2,3-diisobutil-2,3-difenilbutano, 3,4-diisobutil-3,4-difenilhexano, 2,3-dimetil-2,3-di-(p-t-butilfenil)butano, 5,6-dimetil-5,6-difenildecano, 6,7-dimetil-6,7-difenildodecano, 7,8-dimetil-7,8-di(metoxifenil)-tetradecano, 2,3-dietil-2,3-difenilbutano, 2,3-dimetil-2,3-di(p-clorofenil)butano, 2,3-dimetil-2,3-di(p-yodofenil)butano y 2,3-dimetil-2,3-di(p-nitrofenil)butano.

En otra forma de realización, el generador de radicales a base de carbono se selecciona del grupo que consiste en 2,3-dimetil-2,3-difenilbutano y 3,4-dimetil-3,4-difenilhexano, preferentemente 2,3-dimetil-2,3-difenilbutano.

Se puede agregar el **iniciador de radicales** al material polimérico, tal como la poliolefina, en una cantidad de 0,0001 a 5 % en peso, especialmente de 0,001 a 5 % en peso, y con mayor preferencia de 0,01 a 5 % en peso. En otra forma, se puede agregar el iniciador de radicales al material polimérico, tal como la poliolefina, en una cantidad de 0,01 a 2 % en peso, especialmente de 0,01 a 1 % en peso.

Se puede agregar el **tiouretano** al material polimérico, tal como la poliolefina, en una cantidad de 0,0001 a 5 % en peso, especialmente de 0,001 a 5 % en peso, y con mayor preferencia de 0,01 a 5 % en peso. En otra forma, se puede agregar el iniciador de radicales al material polimérico, tal como la poliolefina, en una cantidad de 0,01 a 2 % en peso, especialmente de 0,01 a 1 % en peso.

La **relación en peso** del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es generalmente de 1:2 a 30:1, preferentemente de 1:1 a 20:1, en particular de 1,2:1 a 15:1. En otra forma, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano puede ser de 1:1 a 10:1, preferentemente de 1,5:1 a 5:1, en particular de 2:1 a 4:1. En otra forma, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:2 a 30:1, preferentemente de 1:1 a 20:1, en particular de 1,5:1 a 5:1.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales

es un peróxido y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un peróxido, donde el peróxido es 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butil-peroxi)hexano (DHBP), 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butil-peroxi)hexano-3 (DYBP), dicumil-peróxido (DCUP), di-ter-butil-peróxido (DTBP), ter-butil-cumil-peróxido (BCUP), bis(ter-butilperoxiisopropil)benceno (DIPP), 3,6,9-trietil-3,6,9-trimetil-1,4,7-triperoxonano, di(ter-butilperoxiisopropil)benceno, dicetil peroxidicarbonato o ter-butil monoperoximaleato, y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono, donde los generadores de radicales a base de carbono tienen la Fórmula (17), y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un peróxido y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1,5:1 a 5:1.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1,5:1 a 5:1.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono, donde los generadores de radicales a base de carbono tienen la Fórmula (17), y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1,5:1 a 5:1.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un peróxido, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1, y R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un ciclohexil diisocianato, metilenbis(ciclohexil) diisocianato, diisocianato de isoforona, fenil diisocianato, difenilmetan diisocianato o naftil diisocianato, cada uno de los cuales no está sustituido o está sustituido por C1-C4alquilo o di(C1-C4alquil)amino, o es C4-C20alquil diisocianato, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un polioli.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un peróxido, donde el peróxido es 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butil-peroxi)hexano (DHBP), 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butil-peroxi)hexano-3 (DYBP), dicumil-peróxido (DCUP), di-ter-butil-peróxido (DTBP), ter-butil-cumil-peróxido (BCUP), bis(ter-butilperoxiisopropil)benceno (DIPP), 3,6,9-trietil-3,6,9-trimetil-1,4,7-triperoxonano, di(ter-butilperoxiisopropil)benceno, dicetil peroxidicarbonato o ter-butil monoperoximaleato, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1, y R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un ciclohexil diisocianato, metilenbis(ciclohexil) diisocianato, diisocianato de isoforona, fenil diisocianato, difenilmetan diisocianato o naftil diisocianato, cada uno de los cuales no está sustituido o está sustituido por C₁-C₄alquilo o di(C₁-C₄alquil)amino, o es C₄-C₂₀alquil diisocianato, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1, y R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un ciclohexil diisocianato, metilenbis(ciclohexil) diisocianato, diisocianato de isoforona, fenil diisocianato, difenilmetan diisocianato o naftil diisocianato, cada uno de los cuales no está sustituido o está sustituido por C₁-C₄alquilo o di(C₁-C₄alquil)amino, o es C₄-C₂₀alquil diisocianato, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono, donde el generador de radicales a base de carbono tiene la Fórmula (17), la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1, y R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un ciclohexil diisocianato, metilenbis(ciclohexil) diisocianato, diisocianato de isoforona, fenil diisocianato, difenilmetan diisocianato o naftil diisocianato, cada uno de los cuales no está sustituido o está sustituido por C₁-C₄alquilo o di(C₁-C₄alquil)amino, o es C₄-C₂₀alquil diisocianato, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un peróxido, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1, y R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un fenil diisocianato no sustituido o sustituido por C₁-C₄alquilo, o un producto oligomérico o polimérico

obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1,5:1 a 5:1, y R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un fenil diisocianato no sustituido o sustituido por C₁-C₄alquilo, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un peróxido, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1,5:1 a 5:1, y R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un fenil diisocianato no sustituido o sustituido por C₁-C₄alquilo, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1, y R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un fenil diisocianato no sustituido o sustituido por C₁-C₄alquilo, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol.

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un peróxido, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1, y el tiouretano es un compuesto de las fórmulas (9) y (10).

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un peróxido, donde el peróxido es 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butil-peroxi)hexano (DHBP), 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butil-peroxi)hexano-3 (DYBP), dicumil-peróxido (DCUP), di-ter-butil-peróxido (DTBP), ter-butil-cumil-peróxido (BCUP), bis(ter-butilperoxiisopropil)benceno (DIPP), 3,6,9-trietil-3,6,9-trimetil-1,4,7-triperoxonano, di(ter-butilperoxiisopropil)benceno, dicetil peroxidicarbonato o ter-butil monoperoximaleato, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1, y el tiouretano es un compuesto de las fórmulas (9) y (10).

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono, la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1, y el tiouretano es un compuesto de las Fórmulas (9) y (10).

En otra forma, el material polimérico es una poliolefina, el iniciador de radicales es un generador de radicales a base de carbono, donde los generadores de radicales a base de carbono tienen la Fórmula (17), la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:1 a 20:1, y el tiouretano es un compuesto de las fórmulas (9) y (10).

En otra forma, la mezcla de modificadores comprende el iniciador de radicales seleccionado de peróxidos y el tiouretano, donde R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un fenil diisocianato no sustituido o sustituido por C1-C4alquilo, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol, y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:2 a 30:1, preferentemente de 1:1 a 20:1, en particular de 1,5:1 a 5:1.

En otra forma, la mezcla de modificadores comprende el iniciador de radicales seleccionado de peróxidos, donde el peróxido es 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butilperoxi)hexano (DHBP), 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butilperoxi)hexino-3 (DYBP), dicumilperóxido (DCUP), di-ter-butilperóxido (DTBP), ter-butilcumilperóxido (BCUP), bis(ter-butilperoxiisopropil)benceno (DIPP), 3,6,9-trietil-3,6,9-trimetil-1,4,7-triperoxonano, di(ter-butilperoxiisopropil)benceno, dicetil peroxidicarbonato o ter-butil monoperoximaleato, y el tiouretano, y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:2 a 30:1, preferentemente de 1:1 a 20:1, en particular de 1,5:1 a 5:1.

En otra forma, la mezcla de modificadores comprende el iniciador de radicales seleccionado de peróxidos, donde el peróxido es 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butilperoxi)hexano (DHBP), 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butilperoxi)hexino-3 (DYBP), dicumilperóxido (DCUP), di-ter-butilperóxido (DTBP), ter-butilcumilperóxido (BCUP), bis(ter-butilperoxiisopropil)benceno (DIPP), 3,6,9-trietil-3,6,9-trimetil-1,4,7-triperoxonano, di(ter-butilperoxiisopropil)benceno, dicetil peroxidicarbonato o ter-butil monoperoximaleato, y el tiouretano, donde R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un fenil diisocianato no sustituido o sustituido por C₁-C₄alquilo, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol, y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:2 a 30:1, preferentemente de 1:1 a 20:1, en particular de 1,5:1 a 5:1.

En otra forma, la mezcla de modificadores comprende el iniciador de radicales seleccionado de peróxidos, donde el peróxido es 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butil-

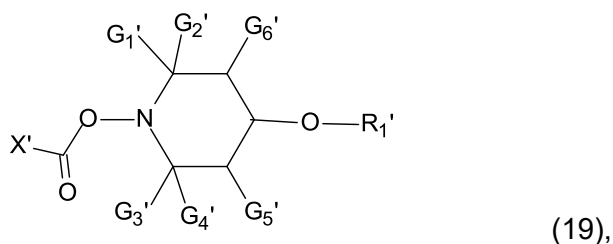
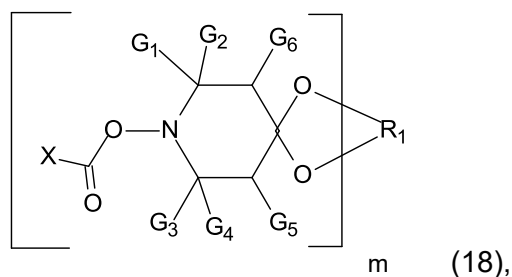
peroxi)hexano (DHBP), 2,5-dimetil-2,5-bis(ter-butil-peroxi)hexano-3 (DYBP), dicumil-peróxido (DCUP), di-ter-butil-peróxido (DTBP), ter-butil-cumil-peróxido (BCUP), bis(ter-butilperoxiisopropil)benceno (DIPP), 3,6,9-trietil-3,6,9-trimetil-1,4,7-triperoxonano, di(ter-butilperoxiisopropil)benceno, dicetil peroxidicarbonato o ter-butil monoperoximaleato, y el tiouretano, donde el tiouretano es de la Fórmula (9) o (10), y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:2 a 30:1, preferentemente de 1:1 a 20:1, en particular de 1,5:1 a 5:1.

En otra forma, la mezcla de modificadores comprende el iniciador de radicales seleccionado de generadores de radicales a base de carbono y el tiouretano, donde R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un fenil diisocianato no sustituido o sustituido por C₁-C₄alquilo, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol, y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:2 a 30:1, preferentemente de 1:1 a 20:1, en particular de 1,5:1 a 5:1.

En otra forma, la mezcla de modificadores comprende el iniciador de radicales seleccionado de generadores de radicales a base de carbono, donde los generadores de radicales a base de carbono tienen la Fórmula (17), y el tiouretano, donde R^a se basa en un isocianato orgánico, que es un fenil diisocianato no sustituido o sustituido por C₁-C₄alquilo, o un producto oligomérico o polimérico obtenido por la reacción de los diisocianatos anteriores consigo mismos y/o con un poliol, y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:2 a 30:1, preferentemente de 1:1 a 20:1, en particular de 1,5:1 a 5:1.

En otra forma, la mezcla de modificadores comprende el iniciador de radicales seleccionado de generadores de radicales a base de carbono, donde los generadores de radicales a base de carbono tienen la Fórmula (17), y el tiouretano, donde el tiouretano es de la Fórmula (9) o (10), y la relación en peso del iniciador de radicales con respecto al tiouretano es de 1:2 a 30:1, preferentemente de 1:1 a 20:1, en particular de 1,5:1 a 5:1.

En una forma preferida, si el iniciador de radicales se selecciona de los peróxidos, el material polimérico, tal como la poliolefina, está libre de un compuesto de la Fórmula (18) o (19)



en donde

G_1 , G_2 , G_3 y G_4 son cada uno independientemente del otro C_1 - C_4 alquilo, o G_1 y G_2 juntos o G_3 y G_4 juntos son pentametileno;

G_1' , G_2' , G_3' y G_4' son cada uno independientemente del otro C_1 - C_4 alquilo, o G_1' y G_2' juntos o G_3' y G_4' juntos son pentametileno;

G_5 , G_6 , G_5' y G_6' son cada uno independientemente del otro hidrógeno o C_1 - C_4 alquilo; y X y X' son independientemente entre sí hidrógeno, C_1 - C_{18} alquilo, C_2 - C_{18} alquenilo, $-O$ - C_1 - C_{18} alquilo, $-NH$ - C_1 - C_{18} alquilo, $-N(C_1-C_6alquil)_2$, fenilo, fenoxi o $-NH$ -fenilo,

m es 1 o 2, y

cuando m es 1, R_1 es C_2 - C_8 alquileno o C_2 - C_8 hidroxialquileno o C_4 - C_{36} aciloxialquileno, o,

cuando m es 2, R_1 es $(-CH_2)_2C(CH_2)_2$, y

R_1' es hidrógeno, C_1 - C_8 alquilo, C_1 - C_8 hidroxialquilo o un grupo de la Fórmula $-(C=O)-C_1-C_{40}$ alquilo, o

$-O-R_1'$ junto con el grupo $-CH-$ que los liga son el grupo $-(C=O)-$.

El **sustrato polimérico** puede ser un polímero termoplástico, tal como una poliolefina, poliéster, poliamida, cloruro de polivinilo, poliimida, poliacrilonitrilo, policarbonato o polímero de poliestireno. Preferentemente, el sustrato polimérico es una poliolefina.

Las **poliolefinas** adecuadas son polímeros de monoolefinas y diolefinas, por ejemplo, polipropileno, poliisobutileno, polibut-1-eno, poli-4-metilpent-1-eno, polivinilciclohexano, poliisopreno o polibutadieno, así como polímeros de cicloolefinas, por ejemplo, de ciclopenteno o norborneno, polietileno (que puede reticularse opcionalmente), por ejemplo, polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de alta

densidad y alto peso molecular (HDPE-HMW), polietileno de alta densidad y peso molecular ultraalto (HDPE-UHMW), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), (VLDPE) y (ULDPE).

Las poliolefinas, preferentemente polietileno y polipropileno, pueden prepararse con los siguientes métodos:

- a) polimerización por radicales (normalmente a alta presión y a temperatura elevada).
- b) polimerización catalítica con un catalizador que contiene normalmente un metal o más de un metal de los grupos IVb, Vb, VIb o VIII de la Tabla Periódica. Estos metales suelen tener un ligando o más de un ligando, por lo general óxidos, haluros, alcoholatos, ésteres, éteres, aminas, alquilos, alquenilos y/o arilos con coordinación π o σ . Estos complejos de metales pueden estar en forma libre o fijados en sustratos, por lo general en cloruro de magnesio activado, cloruro de titanio(III), alúmina u óxido de silicio. Estos catalizadores pueden ser solubles o insolubles en el medio de polimerización. Los catalizadores pueden utilizarse por sí solos en la polimerización o se pueden utilizar activadores adicionales, por lo general alquilos de metales, hidruros de metales, haluros de alquilos de metales, óxidos de alquilos de metales o alquioxanos de metales, en donde dichos metales son elementos de los grupos Ia, IIa y/o IIIa de la Tabla Periódica. Los activadores pueden modificarse de manera conveniente con grupos éster, éter, amina o éter de sililo adicionales. Estos sistemas catalizadores suelen denominarse catalizadores Phillips, Standard Oil Indiana, Ziegler (-Natta), TNZ (DuPont), de metalloceno o de un solo sitio (SSC).

Ejemplos de mezclas de poliolefinas son mezclas de polipropileno con poliisobutileno, polipropileno con polietileno (por ejemplo, PP/HDPE, PP/LDPE) y mezclas de diferentes tipos de polietileno (por ejemplo, LDPE/HDPE).

Son ejemplos de copolímeros de monoolefinas y diolefinas entre sí o con otros monómeros de vinilo los copolímeros de etileno/propileno, polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y mezclas de estos con polietileno de baja densidad (LDPE), copolímeros de propileno/but-1-eno, copolímeros de propileno/isobutileno, copolímeros de etileno/but-1-eno, copolímeros de etileno/hexeno, copolímeros de etileno/metilpenteno, copolímeros de etileno/hepteno, copolímeros de etileno/octeno, copolímeros de etileno/vinilciclohexano, copolímeros de etileno/cicloolefina (por

ejemplo, COC similar a etileno/norborneno), copolímeros de etileno/1-olefinas, donde la 1-olefina se genera *in situ*; copolímeros de propileno/butadieno, copolímeros de isobutileno/isopreno, copolímeros de etileno/vinilciclohexeno, copolímeros de etileno/acrilato de alquilo, copolímeros de etileno/metacrilato de alquilo, copolímeros de etileno/acetato de vinilo o copolímeros de etileno/ácido acrílico y sus sales (ionómeros), así como terpolímeros de etileno con propileno y un dieno, tal como hexadieno, dicitopentadieno o etilideno-norborneno; y mezclas de tales copolímeros entre sí y con los polímeros mencionados anteriormente en 1), por ejemplo, copolímeros de polipropileno/etileno-propileno, copolímeros de LDPE/etileno-acetato de vinilo (EVA), copolímeros de LDPE/etileno-ácido acrílico (EAA), LLDPE/EVA, LLDPE/EAA y copolímeros de polialquileno/monóxido de carbono alternantes o aleatorios y mezclas de estos con otros polímeros, por ejemplo, poliamidas.

Con mayor preferencia, la poliolefina se selecciona del grupo que consiste en polietileno, como polietileno lineal de baja densidad, polietileno de baja densidad, polietileno de densidad media y polietileno de alta densidad, y copolímeros de polietileno y homopolímeros de polipropileno y copolímeros de polipropileno. Es de alta preferencia el polietileno o polipropileno, en particular el polipropileno.

Son también adecuados como materiales poliméricos los **plásticos reciclados**, que pueden obtenerse de residuos domésticos, comerciales e industriales o de colecciones de materiales útiles. Los plásticos reciclados pueden surgir de separación y clasificación, o de sectores industriales específicos y obligaciones de retorno, por ejemplo, de la industria automotriz, industria eléctrica/electrónica, construcción, agricultura e industria textil, o de hogares y comercios (por ejemplo, supermercados). Los plásticos reciclados pueden ser plásticos reciclados de un solo material, por ejemplo, de las clases de polímero que consisten en las poliolefinas (polipropileno, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad y mezclas de polipropileno, y copolímeros, tales como PP/EPDM y PP/PE y poliestireno, o mezclas definidas de plásticos reciclados.

Los plásticos reciclados también pueden contener tereftalato de polietileno, poliamidas, policarbonato, acetato de celulosa y cloruro de polivinilideno. También puede haber cantidades secundarias, de hasta alrededor de 5 %, de no termoplásticos, por ejemplo, poliuretanos, resinas de formaldehído y resinas fenólicas, y resinas de amino típicas, así como elastómeros, por ejemplo, caucho vulcanizado o no vulcanizado. En ciertos residuos plásticos, también puede haber pequeñas cantidades de sustancias extrañas, por ejemplo, papel, pigmentos y adhesivos, que

son frecuentemente difíciles de extraer. Estas sustancias extrañas también pueden surgir del contacto con diversas sustancias durante el uso o procesamiento, por ejemplo, residuos de combustible, componentes de pintura, rastros de metal, residuos de iniciadores o rastros de agua.

La etapa de **incorporar en el material polimérico**, tal como la poliolefina, la mezcla de modificadores que comprende el iniciador de radicales y el tiouretano puede lograrse con métodos convencionales, tales como la adición de la mezcla de modificadores o sus componentes individuales, concretamente el iniciador de radicales y el tiouretano, al material polimérico. La mezcla de modificadores o sus componentes individuales, concretamente el iniciador de radicales y el tiouretano, pueden agregarse al material polimérico en forma de un líquido, un polvo, un gránulo o una mezcla madre. El iniciador de radicales y el tiouretano y opcionalmente aditivos adicionales pueden agregarse al material polimérico individualmente o mezclados entre sí. Se prefiere que el iniciador de radicales y el tiouretano se agreguen juntos, preferentemente en forma de mezcla madre.

El iniciador de radicales y el tiouretano y **opcionalmente aditivos adicionales** pueden agregarse al material polimérico antes, durante o después de la polimerización o antes o después de la reticulación. El iniciador de radicales y el tiouretano y opcionalmente aditivos adicionales pueden incorporarse en el material polimérico con métodos conocidos, por ejemplo, antes de la conformación o durante esta o al aplicar el compuesto respecto disuelto o disperso sobre el material polimérico, de ser necesario con evaporación posterior del solvente.

La adición de los compuestos al material polimérico puede llevarse a cabo en todas las **máquinas** mezcladoras habituales en las que el polímero se funde y se mezcla con los compuestos de la presente composición y opcionalmente aditivos adicionales. Las máquinas adecuadas son mezcladoras, amasadoras y extrusoras. El proceso se lleva a cabo preferentemente al agregar los compuestos durante el procesamiento en una extrusora. Las máquinas de procesamiento particularmente preferidas son extrusoras de un solo husillo, extrusoras de doble husillo corrotante y contrarrotante, extrusoras de engranajes planetarios, extrusoras de anillo o amasadoras provistas de al menos un compartimento de extracción de gas al que se puede aplicar vacío.

Los polímeros se someten a una **temperatura** elevada durante un período de tiempo suficiente para la modificación del peso molecular. En una forma de realización preferida del proceso de la presente invención, se emplea un rango de temperatura de

alrededor de 150 °C a 340 °C. En una variante de proceso preferida, se usa un rango de temperatura de alrededor de 200 °C a 320 °C, o de 200 °C a 300 °C, o de 170 °C a 290 °C, en particular de alrededor de 180 °C a 280 °C.

El período de tiempo necesario para modificar el peso molecular puede variar en función de la temperatura, la cantidad de material a modificar y el tipo de extrusora empleada. Puede variar, por ejemplo, de alrededor de 10 segundos a 20 minutos, en particular de 20 segundos a 10 minutos.

Los ejemplos de procesamiento o transformación de las composiciones de acuerdo con la presente invención son: Moldeo por soplado por inyección, extrusión, moldeo por soplado, rotomoldeo, en decoración por moldeo (retroinyección), moldeo por escurrimiento, moldeo por inyección, moldeo por coinyección, formado, moldeo por soplado, moldeo por compresión, prensado, extrusión de película (película fundida; película soplada), hilado de fibras, procesamiento de otras fibras (tejidas, no tejidas, especialmente fibras fundidas por soplado, hiladas), estirado (uniaxial, biaxial), recocido, estirado profundo, calandrado, transformación mecánica, sinterización, coextrusión, recubrimiento, laminación, reticulación (radiación, peróxido, silano), deposición de vapor, unión por soldadura, pegado, termoformado, extrusión de tubos, extrusión de perfiles, extrusión de lámina; fundición de lámina, recubrimiento por centrifugación, zunchado, espumado, reciclado/repasado, recubrimiento por extrusión.

Los materiales procesados de acuerdo con esta invención se pueden usar en una amplia variedad de **formas**, por ejemplo, como películas, fibras (continuas o no continuas), cintas o artículos moldeados. Se prefieren las fibras, incluidas las fibras bicomponentes. Se entiende que las fibras bicomponentes son fibras que comprenden al menos dos dominios poliméricos distintos a) y b) en adherencia íntima a lo largo de la longitud de las fibras. Estas pueden ser de cualquier forma y no están limitadas a una forma particular. Ejemplos de tales formas son lado a lado; tipos de núcleo de vaina, naranja y matriz y fibrillas. Se prefieren las fibras bicomponentes del tipo núcleo-vaina y las fibras bicomponentes del tipo lado a lado, especialmente las fibras bicomponentes del tipo núcleo-vaina.

Los **artículos** preferidos son telas no tejidas que también incluirán telas y significarán una estructura textil de fibras, filamentos o hilos individuales que están orientados direccional o aleatoriamente y unidos por fricción y/o cohesión y/o adhesión y/o proceso mecánico, en oposición a un patrón regular de fibras acopladas mecánicamente, es decir, no es una tela tejida o de punto. Los ejemplos de telas no tejidas incluyen filamentos fundidos por soplado, telas de filamentos continuos hilados,

telas cardadas, telas colocadas con aire y telas colocadas en húmedo. Los métodos de unión adecuados incluyen unión térmica, unión química o con solventes, unión con resina, punción mecánica, punción hidráulica, costura de punto, etc. Los artículos adecuados hechos del material polimérico son geotextiles, techos, cables, películas, medios de filtración, filtros, pañales, toallas femeninas, protectores diarios, productos para la incontinencia de adultos, prendas protectoras, cortinas quirúrgicas, batas quirúrgicas o prendas quirúrgicas.

La **modificación de la reología** del material polimérico, tal como la poliolefina, se logra a menudo mediante ramificación de cadena larga, reticulación o reducción de la viscosidad. La modificación de la reología permite mejorar

- las propiedades mecánicas, como resistencia a la tracción, alargamiento, resistencia al desgarro;
- las propiedades aislantes, especialmente en artículos no tejidos (por ejemplo, absorción de agua, permeabilidad al aire, propiedades de filtro);
- las propiedades de procesamiento (alcance más amplio de polímeros adecuados, adaptación de parámetros, como temperatura de termounión en artículos no tejidos);
- el reciclaje, ya que el ajuste de la viscosidad de fusión de los polímeros reciclados puede proporcionar un artículo reciclado con un peso molecular más homogéneo (MWD más estrecha) y, por lo tanto, mejores propiedades mecánicas. Además, el uso de un polímero con reducción de la viscosidad puede servir como coadyuvante de elaboración o compatibilizador que también contribuye a propiedades mecánicas más altas de los polímeros reciclados. Además, dado que la calidad reológica de los polímeros reciclados es variable, la presente invención permite regular la respuesta reológica del polímero para que se pueda tener un proceso más estable y controlable.

Las propiedades mejoradas con respecto a la resistencia a la tracción y el alargamiento son importantes, por ejemplo, para la fabricación de telas no tejidas, ya que su preparación implica múltiples etapas y la resistencia a la tracción o el alargamiento mejorados ayudan a que sobrevivan mejor a estas etapas. Es importante destacar que una mayor resistencia a la tracción le proporciona al productor de telas no tejidas la opción de, por ejemplo, reducir el peso y mantener un buen rendimiento mecánico del producto.

Un aspecto importante adicional es la seguridad de procesamiento en el curso de la preparación de telas no tejidas. Es conveniente ejecutar el proceso para la

preparación de telas no tejidas en condiciones más moderadas a una temperatura de proceso más baja. Para poder hacerlo, se deben obtener buenas propiedades mecánicas, como resistencia a la tracción y alargamiento, a una temperatura de proceso más baja. Esto permite reducir la temperatura del proceso. Además, el ahorro de energía será un beneficio secundario.

Modificar la reología de los materiales poliméricos significa generalmente disminuir el peso molecular (por ejemplo, mediante la degradación del material polimérico) o aumentar el peso molecular (por ejemplo, mediante la reticulación o ramificación del material polimérico). La reología modificada se determina generalmente al analizar el índice de fluidez (MFI, por sus siglas en inglés), tal como de acuerdo con EN ISO 133, por ejemplo, a 230 °C con 2,16 kg.

La **modificación** significa generalmente que la reología (por ejemplo, determinada con el MFI) del material polimérico, tal como la poliolefina, que comprende la mezcla de modificadores con una cantidad determinada del iniciador de radicales, aumentó o disminuyó (preferentemente, aumentó el MFI) a razón de al menos 1, 3, 5, 10, 20, 30, 40 o 50 % en función de la reología del mismo material polimérico que tiene solo el iniciador de radicales (pero no el tiouretano) en dicha cantidad determinada.

Adicionalmente, el material polimérico también puede contener diversos **aditivos convencionales**, por ejemplo, antioxidantes, absorbentes de UV y fotoestabilizadores, desactivadores de metales, fosfitos y fosfonitos, hidroxilaminas, nitronas, tiosinérgicos, barredores de peróxido, estabilizadores de poliamida, coestabilizadores básicos, agentes nucleantes, agentes de relleno y agentes de refuerzo, benzofuranonas e indolinonas, u otros aditivos, tales como plastificantes, lubricantes, emulgentes, pigmentos, aditivos de reología, catalizadores, agentes de control de flujo, abrillantadores ópticos, agentes ignífugos, agentes antiestáticos y agentes de soplado.

1. Antioxidantes

1.1. Monofenoles alquilados, por ejemplo, 2,6-di-ter-butil-4-metilfenol, 2-ter-butil-4,6-dimetilfenol, 2,6-di-ter-butil-4-etilfenol, 2,6-di-ter-butil-4-n-butilfenol, 2,6-di-ter-butil-4-isobutilfenol, 2,6-diciclopentil-4-metilfenol, 2-(α -metilciclohexil)-4,6-dimetilfenol, 2,6-dioctadecil-4-metilfenol, 2,4,6-triciclohexilfenol, 2,6-di-ter-butil-4-metoximetilfenol, nonilfenoles que son lineales o ramificados en las cadenas laterales, por ejemplo, 2,6-di-nonil-4-metilfenol, 2,4-dimetil-6-(1'-metilundec-1'-il)fenol, 2,4-dimetil-6-(1'-metilheptadec-1'-il)fenol, 2,4-dimetil-6-(1'-metiltridec-1'-il)fenol y mezclas de estos.

1.2. Alquiltiometilfenoles, por ejemplo, 2,4-dioctiltiometil-6-ter-butilfenol, 2,4-dioctiltiometil-6-metilfenol, 2,4-dioctiltiometil-6-etilfenol, 2,6-di-dodeciltiometil-4-nonilfenol.

1.3. Hidroquinonas e hidroquinonas alquiladas, por ejemplo, 2,6-di-ter-butil-4-metoxifenol, 2,5-di-ter-butilhidroquinona, 2,5-di-ter-amilhidroquinona, 2,6-difenil-4-octadeciloxifenol, 2,6-di-ter-butilhidroquinona, 2,5-di-ter-butil-4-hidroxianisol, 3,5-di-ter-butil-4-hidroxianisol, 3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenilestearato, bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenil)adipato.

1.4. Tocoferoles, por ejemplo, α -tocoferol, β -tocoferol, γ -tocoferol, δ -tocoferol y mezclas de estos (vitamina E).

1.5. Éteres de tiodifenilo hidroxilados, por ejemplo, 2,2'-tiobis(6-ter-butil-4-metilfenol), 2,2'-tiobis(4-octilfenol), 4,4'-tiobis(6-ter-butil-3-metilfenol), 4,4'-tiobis(6-ter-butil-2-metilfenol), 4,4'-tiobis(3,6-di-sec-amilfenol), 4,4'-bis(2,6-dimetil-4-hidroxifenil)disulfuro.

1.6. Alquilidenbisfenoles, por ejemplo, 2,2'-metilenbis(6-ter-butil-4-metilfenol), 2,2'-metilenbis(6-ter-butil-4-etilfenol), 2,2'-metilenbis[4-metil-6-(α -metilciclohexil)fenol], 2,2'-metilenbis(4-metil-6-ciclohexilfenol), 2,2'-metilenbis(6-nonil-4-metilfenol), 2,2'-metilenbis(4,6-di-ter-butilfenol), 2,2'-etilidenbis(4,6-di-ter-butilfenol), 2,2'-etilidenbis(6-ter-butil-4-isobutilfenol), 2,2'-metilenbis[6-(α -metilbencil)-4-nonilfenol], 2,2'-metilenbis[6-(α,α -dimetilbencil)-4-nonilfenol], 4,4'-metilenbis(2,6-di-ter-butilfenol), 4,4'-metilenbis(6-ter-butil-2-metilfenol), 1,1-bis(5-ter-butil-4-hidroxi-2-metilfenil)butano, 2,6-bis(3-ter-butil-5-metil-2-hidroxibencil)-4-metilfenol, 1,1,3-tris(5-ter-butil-4-hidroxi-2-metilfenil)butano, 1,1-bis(5-ter-butil-4-hidroxi-2-metil-fenil)-3-n-dodecilmercaptobutano, etilenglicol bis[3,3-bis(3'-ter-butil-4'-hidroxifenil)butirato], bis(3-ter-butil-4-hidroxi-5-metilfenil)diciclopentadieno, bis[2-(3'-ter-butil-2'-hidroxi-5'-metilbencil)-6-ter-butil-4-metilfenil]tereftalato, 1,1-bis-(3,5-dimetil-2-hidroxifenil)butano, 2,2-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenil)propano, 2,2-bis(5-ter-butil-4-hidroxi-2-metilfenil)-4-n-dodecilmercaptobutano, 1,1,5,5-tetra-(5-ter-butil-4-hidroxi-2-metilfenil)pentano.

1.7. Compuestos de O-, N- y S-bencilo, por ejemplo, 3,5,3',5'-tetra-ter-butil-4,4'-dihidroxidibenciléter, octadecil-4-hidroxi-3,5-dimetilbencilmercaptoacetato, tridecil-4-hidroxi-3,5-di-ter-butilbencilmercaptoacetato, tris(3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencil)amina, bis(4-ter-butil-3-hidroxi-2,6-dimetilbencil)ditiotereftalato, bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencil)sulfuro, isoocil-3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencilmercaptoacetato.

1.8. Malonatos hidroxibencilados, por ejemplo, dioctadecil-2,2-bis(3,5-di-ter-butil-2-hidroxibencil)malonato, di-octadecil-2-(3-ter-butil-4-hidroxi-5-metilbencil)malonato, di-dodecilmercaptoetil-2,2-bis (3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencil)malonato, bis[4-(1,1,3,3-

tetrametilbutil)fenil]-2,2-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencil)malonato.

1.9. Compuestos de hidroxibencilo aromático, por ejemplo, 1,3,5-tris(3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencil)-2,4,6-trimetilbenceno, 1,4-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencil)-2,3,5,6-tetrametilbenceno, 2,4,6-tris(3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencil)fenol.

1.10. Compuestos de triazina, por ejemplo, 2,4-bis(octilmercaptop)-6-(3,5-di-ter-butil-4-hidroxianilino)-1,3,5-triazina, 2-octilmercaptop-4,6-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxianilino)-1,3,5-triazina, 2-octilmercaptop-4,6-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenoxi)-1,3,5-triazina, 2,4,6-tris(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenoxi)-1,2,3-triazina, 1,3,5-tris(3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencil)isocianurato, 1,3,5-tris(4-ter-butil-3-hidroxi-2,6-dimetilbencil)isocianurato, 2,4,6-tris(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifeniletil)-1,3,5-triazina, 1,3,5-tris(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenilpropionil)-hexahidro-1,3,5-triazina, 1,3,5-tris(3,5-diciclohexil-4-hidroxibencil)isocianurato.

1.11. Bencilfosfonatos, por ejemplo, dimetil-2,5-di-ter-butil-4-hidroxibencilfosfonato, dietil-3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencilfosfonato, dioctadecil-3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencilfosfonato, dioctadecil-5-ter-butil-4-hidroxi-3-metilbencilfosfonato, la sal de calcio del monoetiléster de ácido 3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencilfosfónico.

1.12. Acilaminofenoles, por ejemplo, 4-hidroxilauranilida, 4-hidroxiestearanilida, N-(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenil)carbamato de octilo.

1.13. Ésteres de ácido β -(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenil)propiónico con alcoholes monohídricos o polihídricos, por ejemplo, con metanol, etanol, n-octanol, i-octanol, octadecanol, 1,6-hexanodiol, 1,9-nonanodiol, etilenglicol, 1,2-propanodiol, neopentilglicol, tiodietilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, pentaeritritol, tris(hidroxietil)isocianurato, N,N'-bis(hidroxietil)oxamida, 3-tiaundecanol, 3-tiapentadecanol, trimetilhexanodiol, trimetilolpropano, 4-hidroximetil-1-fosfa-2,6,7-trioxabicyclo[2.2.2]octano.

1.14. Ésteres de ácido β -(5-ter-butil-4-hidroxi-3-metilfenil)propiónico con alcoholes monohídricos o polihídricos, por ejemplo, con metanol, etanol, n-octanol, i-octanol, octadecanol, 1,6-hexandiol, 1,9-nonandiol, etilenglicol, 1,2-propandiol, neopentilglicol, tiodietilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, pentaeritritol, tris(hidroxietil)isocianurato, N,N'-bis(hidroxietil)oxamida, 3-tiaundecanol, 3-tiapentadecanol, trimetilhexandiol, trimetilolpropano, 4-hidroximetil-1-fosfa-2,6,7-trioxabicyclo[2.2.2]octano; 3,9-bis[2-{3-(3-ter-butil-4-hidroxi-5-metilfenil)propioniloxi}-1,1-dimetiletil]-2,4,8,10-tetraoxaespíro[5.5]undecano.

1.15. Ésteres de ácido β -(3,5-diciclohexil-4-hidroxifenil)propiónico con alcoholes monohídricos o polihídricos, por ejemplo, con metanol, etanol, octanol, octadecanol,

1,6-hexanodiol, 1,9-nonanodiol, etilenglicol, 1,2-propanodiol, neopentilglicol, tiodietilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, pentaeritritol, tris(hidroxietil)isocianurato, N,N'-bis(hidroxietil)oxamida, 3-tiaundecanol, 3-tiapentadecanol, trimetilhexanodiol, trimetilolpropano, 4-hidroximetil-1-fosfa-2,6,7-trioxabicyclo[2.2.2]octano.

1.16. Ésteres de ácido 3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenil acético con alcoholes monohídricos o polihídricos, por ejemplo, con metanol, etanol, octanol, octadecanol, 1,6-hexanodiol, 1,9-nonandiol, etilenglicol, 1,2-propandiol, neopentilglicol, tiodietilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, pentaeritritol, tris(hidroxietil)isocianurato, N,N'-bis(hidroxietil)oxamida, 3-tiaundecanol, 3-tiapentadecanol, trimetilhexanodiol, trimetilolpropano, 4-hidroximetil-1-fosfa-2,6,7-trioxabicyclo[2.2.2]octano.

1.17. Amidas de ácido β -(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenil)propiónico, por ejemplo, N,N'-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenilpropionil)hexametilendiamida, N,N'-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenilpropionil)trimetilendiamida, N,N'-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenilpropionil)hidrazida, N,N'-bis[2-(3-[3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenil]propionilo)etil]oxamida (Naugard®XL-1, proporcionado por Addivant).

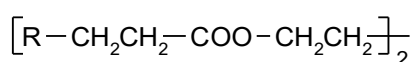
1.18. Ácido ascórbico (vitamina C)

1.19. Antioxidantes amínicos, por ejemplo, N,N'-di-isopropil-p-fenilendiamina, N,N'-di-sec-butil-p-fenilendiamina, N,N'-bis(1,4-dimetilpentil)-p-fenilendiamina, N,N'-bis(1-etil-3-metilpentil)-p-fenilendiamina, N,N'-bis(1-metilheptil)-p-fenilendiamina, N,N'-dicrohexil-p-fenilendiamina, N,N'-difenil-p-fenilendiamina, N,N'-bis(2-naftil)-p-fenilendiamina, N-isopropil-N'-fenil-p-fenilendiamina, N-(1,3-dimetilbutil)-N'-fenil-p-fenilendiamina, N-(1-metilheptil)-N'-fenil-p-fenilendiamina, N-ciclohexil-N'-fenil-p-fenilendiamina, 4-(p-toluensulfamoil)difenilamina, N,N'-dimetil-N,N'-di-sec-butil-p-fenilendiamina, difenilamina, N-alildifenilamina, 4-isopropoxidifenilamina, N-fenil-1-naftilamina, N-(4-ter-octilfenil)-1-naftilamina, N-fenil-2-naftilamina, difenilamina octilada, por ejemplo, p,p'-di-ter-octildifenilamina, 4-n-butilaminofenol, 4-butilaminofenol, 4-nonanoilaminofenol, 4-dodecanoilaminofenol, 4-octadecanoilaminofenol, bis(4-metoxifenil)amina, 2,6-di-ter-butil-4-dimetilaminometilfenol, 2,4'-diaminodifenilmetano, 4,4'-diaminodifenilmetano, N,N,N',N'-tetrametil-4,4'-diaminodifenilmetano, 1,2-bis[(2-metilfenil)amino]etano, 1,2-bis(fenilamino)propano, (o-tolil)biguanida, bis[4-(1',3'-dimetilbutil)fenil]amina, N-fenil-1-naftilamina ter-octilada, una mezcla de ter-butil/ter-octildifenilaminas monoalquiladas y dialquiladas, una mezcla de nonildifenilaminas monoalquiladas y dialquiladas, una mezcla de dodecildifenilaminas monoalquiladas y dialquiladas, una mezcla de isopropil/isohexildifenilaminas monoalquiladas y dialquiladas, una mezcla de ter-butildifenilaminas monoalquiladas y dialquiladas, 2,3-

dihidro-3,3-dimetil-4H-1,4-benzotiazina, fenotiazina, una mezcla de ter-butil/ter-octilfenotiazinas monoalquiladas y dialquiladas, una mezcla de ter-octil-fenotiazinas monoalquiladas y dialquiladas, N-alilfenotiazina, N,N,N',N'-tetrafenil-1,4-diaminobut-2-eno.

2. Absorbentes de UV y fotoestabilizadores

2.1. 2-(2'-hidroxifenil)benzotriazoles, por ejemplo, 2-(2'-hidroxi-5'-metilfenil)-benzotriazol, 2-(3',5'-di-ter-butil-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(5'-ter-butil-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(2'-hidroxi-5'-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenil)benzotriazol, 2-(3',5'-di-ter-butil-2'-hidroxifenil)-5-cloro-benzotriazol, 2-(3'-ter-butil-2'-hidroxi-5'-metilfenil)-5-cloro-benzotriazol, 2-(3'-sec-butil-5'-ter-butil-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(2'-hidroxi-4'-octiloxifenil)benzotriazol, 2-(3',5'-di-ter-amil-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(3',5'-bis-(α,α -dimetilbencil)-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(3'-ter-butil-2'-hidroxi-5'-(2-octiloxicarboniletil)fenil)-5-cloro-benzotriazol, 2-(3'-ter-butil-5'-[2-(2-etilhexiloxi)-carboniletil]-2'-hidroxifenil)-5-cloro-benzotriazol, 2-(3'-ter-butil-2'-hidroxi-5'-(2-metoxicarboniletil)fenil)-5-cloro-benzotriazol, 2-(3'-ter-butil-2'-hidroxi-5'-(2-metoxicarboniletil)fenil)benzotriazol, 2-(3'-ter-butil-2'-hidroxi-5'-(2-octiloxicarboniletil)fenil)benzotriazol, 2-(3'-ter-butil-5'-[2-(2-etilhexiloxi)carboniletil]-2'-hidroxifenil)benzotriazol, 2-(3'-dodecil-2'-hidroxi-5'-metilfenil)benzotriazol, 2-(3'-ter-butil-2'-hidroxi-5'-(2-isooctiloxicarboniletil)fenil)benzotriazol, 2,2'-metilen-bis[4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)-6-benzotriazol-2-ilfenol]; el producto de transesterificación de 2-[3'-ter-butil-5'-(2-metoxicarboniletil)-2'-hidroxifenil]-2H-benzotriazol con polietilenglicol 300;



donde R = 3'-ter-butil-4'-hidroxi-5'-2H-benzotriazol-2-ilfenil, 2-[2'-hidroxi-3'-(α,α -dimetilbencil)-5'-(1,1,3,3-tetrametilbutil)-fenil]benzotriazol; 2-[2'-hidroxi-3'-(1,1,3,3-tetrametilbutil)-5'-(α,α -dimetilbencil)-fenil]benzotriazol.

2.2. 2-hidroxibenzofenonas, por ejemplo, los derivados de 4-hidroxi, 4-metoxi, 4-deciloxi, 4-dodeciloxi, 4-benciloxi, 4,2',4'-trihidroxi y 2'-hidroxi-4,4'-dimetoxi.

2.3. Ésteres ácidos benzoicos sustituidos y no sustituidos, por ejemplo, salicilato de 4-ter-butil-fenilo, salicilato de fenilo, salicilato de octilfenilo, dibenzoilresorcinol, bis(4-ter-butilbenzoil)resorcinol, benzoilresorcinol, 2,4-di-ter-butilfenil 3,5-di-ter-butil-4-hidroxibenzoato, hexadecil 3,5-di-ter-butil-4-hidroxibenzoato, octadecil 3,5-di-ter-butil-4-hidroxibenzoato, 2-metil-4,6-di-ter-butilfenil 3,5-di-ter-butil-4-hidroxibenzoato.

2.4. Acrilatos/cinamatos, por ejemplo, etil α -ciano- β,β -difenilacrilato, isooctil α -ciano- β,β -difenilacrilato, metil α -carbometoxicinamato, metil α -ciano- β -metil-p-

metoxicinamato, butil α -ciano- β -metil-p-metoxi-cinamato, metil α -carbometoxi-p-metoxicinamato, N-(β -carbometoxi- β -cianovinil)-2-metilindolina, neopentil tetra(α -ciano- β , β -difenilacrilato). También se pueden usar cianoacrilatos como se proporcionan tales compuestos en EP 3587425.

2.5. Compuestos de níquel, por ejemplo, complejos de níquel de 2,2'-tio-bis[4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol], tales como el complejo 1:1 o 1:2, con o sin ligandos adicionales, tales como n-butilamina, trietanolamina o N-ciclohexildietanolamina, dibutilditiocarbamato de níquel, sales de níquel de los monoalquilésteres, por ejemplo, el metil o etiléster, de ácido 4-hidroxi-3,5-di-ter-butilbencilfosfónico, complejos de níquel de cetoximas, por ejemplo, de 2-hidroxi-4-metilfenilundecilcetoxima, complejos de níquel de 1-fenil-4-lauroil-5-hidroxipirazol, con o sin ligandos adicionales.

2.6. Aminas estéricamente impedidas, por ejemplo, bis(1-undeciloxi-2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)éster de ácido carbónico, bis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)sebacato, bis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)succinato, bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)sebacato, bis(1-octiloxi-2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)sebacato, bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil) n-butil-3,5-di-ter-butil-4-hidroxibencilmalonato, el condensado de 1-(2-hidroxietil)-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxipiperidina y ácido succínico, condensados lineales o cíclicos de N,N'-bis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)hexametilendiamina y 4-ter-octilamino-2,6-dicloro-1,3,5-triazina, tris(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)nitrilotriacetato, tetrakis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)-1,2,3,4-butanetetracarboxilato, 1,1'-(1,2-etanodiilo)-bis(3,3,5,5-tetrametilpiperazinona), 4-benzoil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 4-esteariloxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, bis(1,2,2,6,6-pentametilpiperidil)-2-n-butil-2-(2-hidroxi-3,5-di-ter-butilbencil)malonato, 3-n-octil-7,7,9,9-tetrametil-1,3,8-triazaespiro[4.5]decan-2,4-diona, bis(1-octiloxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidil)sebacato, bis(1-octiloxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidil)succinato, condensados lineales o cíclicos de N,N'-bis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)hexametilendiamina y 4-morfolino-2,6-dicloro-1,3,5-triazina, el condensado de 2-cloro-4,6-bis(4-n-butilamino-2,2,6,6-tetrametilpiperidil)-1,3,5-triazina y 1,2-bis(3-aminopropilamino)etano, el condensado de 2-cloro-4,6-di-(4-n-butilamino-1,2,2,6,6-pentametilpiperidil)-1,3,5-triazina y 1,2-bis(3-aminopropilamino)etano, 8-acetil-3-dodecil-7,7,9,9-tetrametil-1,3,8-triazaespiro[4.5]decan-2,4-diona, 3-dodecil-1-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)pirrolidin-2,5-diona, 3-dodecil-1-(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)pirrolidin-2,5-diona, una mezcla de 4-hexadeciloxi- y 4-esteariloxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, un condensado de N,N'-bis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)hexametilendiamina y 4-ciclohexilamino-2,6-dicloro-1,3,5-triazina, un condensado de 1,2-bis(3-aminopropilamino)etano y 2,4,6-tricloro-1,3,5-triazina así

como también 4-butilamino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina (Reg. CAS N.º [136504-96-6]); un condensado de 1,6-hexandiamina y 2,4,6-tricloro-1,3,5-triazina así como también N,N-dibutilamina y 4-butilamino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina (Reg. CAS N.º [192268-64-7]); N-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)-n-dodecilsuccinimida, N-(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)-n-dodecilsuccinimida, 2-undecil-7,7,9,9-tetrametil-1-oxa-3,8-diaza-4-oxo-espiro[4,5]decano, un producto de reacción de 7,7,9,9-tetrametil-2-cicloundecil-1-oxa-3,8-diaza-4-oxo-espiro-[4,5]decano y epiclorhidrina, 1,1-bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)oxocarbonil-2-(4-metoxifenil)eteno, N,N'-bis-formil-N,N'-bis(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)hexametilendiamina, un diéster de ácido 4-metoximetilenmalónico con 1,2,2,6,6-pentametil-4-hidroxipiperidina, poli[metilpropil-3-oxi-4-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)]siloxano, un producto de reacción de copolímero de anhídrido- α -olefina de ácido maleico con 2,2,6,6-tetrametil-4-aminopiperidina o 1,2,2,6,6-pentametil-4-aminopiperidina, 2,4-bis[N-(1-ciclohexiloxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidin-4-il)-N-butilamino]-6-(2-hidroxietyl)amino-1,3,5-triazina, 1-(2-hidroxi-2-metilpropoxi)-4-octadecanoiloxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 5-(2-etilhexanoil)oximetil-3,3,5-trimetil-2-morfolinona, Sanduvor® 3058 (Clariant; Reg. CAS N.º 106917-31-1), 5-(2-etilhexanoil)oximetil-3,3,5-trimetil-2-morfolinona, el producto de reacción de 2,4-bis[(1-ciclohexiloxi-2,2,6,6-piperidin-4-il)butilamino]-6-cloro-s-triazina con N,N'-bis(3-aminopropil)etilendiamina), 1,3,5-tris(N-ciclohexil-N-(2,2,6,6-tetrametilpiperazin-3-on-4-il)amino)-s-triazina, 1,3,5-tris(N-ciclohexil-N-(1,2,2,6,6-pentametilpiperazin-3-on-4-il)amino)-s-triazina.

2.7. Oxamidas, por ejemplo, 4,4'-dioctiloxioxanilida, 2,2'-dietoxioxanilida, 2,2'-dioctiloxi-5,5'-di-ter-butoxanilida, 2,2'-didodeciloxi-5,5'-di-ter-butoxanilida, 2-etoxi-2'-etiloxanilida, N,N'-bis(3-dimetilaminopropil)oxamida, 2-etoxi-5-ter-butil-2'-etoxanilida y su mezcla con 2-etoxi-2'-etil-5,4'-di-ter-butoxanilida, mezclas de oxanilidas disustituidas con o- y p-metoxi y mezclas de oxanilidas disustituidas con o- y p-etoxi.

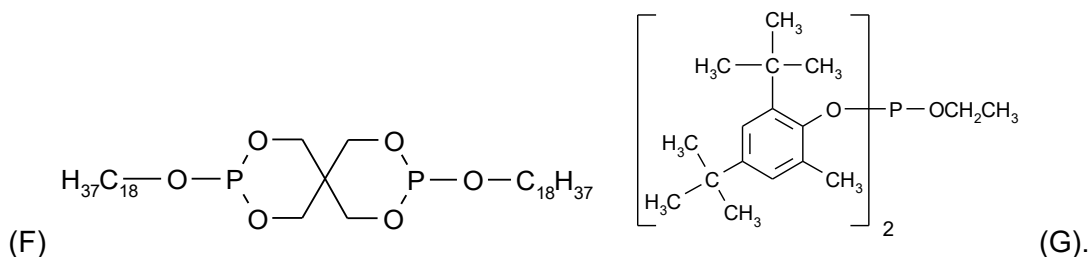
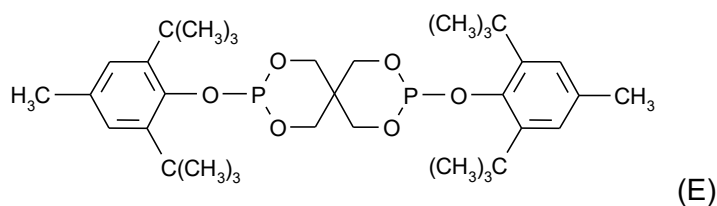
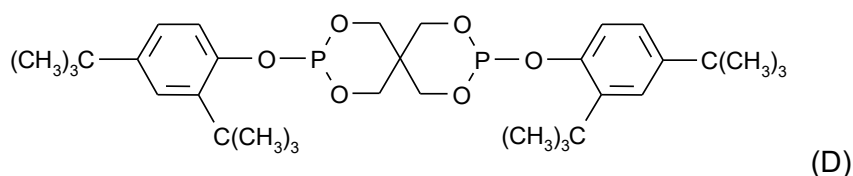
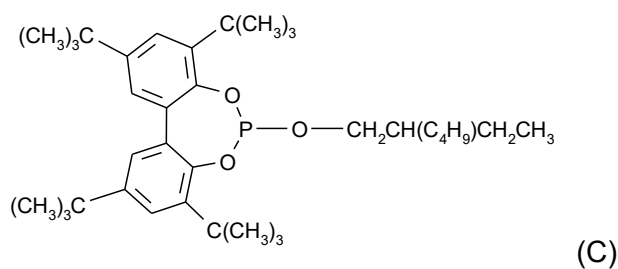
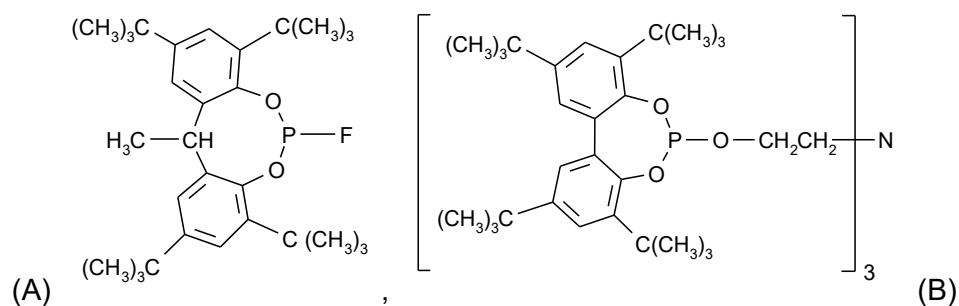
2.8. 2-(2-hidroxifenil)-1,3,5-triazinas, por ejemplo, 2,4,6-tris(2-hidroxi-4-octiloxifenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-octiloxifenil)-4,6-bis(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-(2,4-dihidroxifenil)-4,6-bis(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2,4-bis(2-hidroxi-4-propiloxifenil)-6-(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-octiloxifenil)-4,6-bis(4-metilfenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-dodeciloxifenil)-4,6-bis(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-trideciloxifenil)-4,6-bis(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-[2-hidroxi-4-(2-hidroxi-3-butiloxipropoxi)fenil]-4,6-bis(2,4-dimetil)-1,3,5-triazina, 2-[2-hidroxi-4-(2-hidroxi-3-octiloxipropiloxi)fenil]-4,6-bis(2,4-dimetil)-1,3,5-triazina, 2-[4-(dodeciloxi/trideciloxi-2-hidroxipropoxi)-2-hidroxifenil]-4,6-bis(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-[2-hidroxi-4-(2-

hidroxi-3-dodecilohipropoxi)fenil]-4,6-bis(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-hexiloxi)fenil-4,6-difenil-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxi-4-metoxifenil)-4,6-difenil-1,3,5-triazina, 2,4,6-tris[2-hidroxi-4-(3-butoxi-2-hidroxipropoxi)fenil]-1,3,5-triazina, 2-(2-hidroxifenil)-4-(4-metoxifenil)-6-fenil-1,3,5-triazina, 2-{2-hidroxi-4-[3-(2-etilhexil-1-oxi)-2-hidroxipropiloxi]fenil}-4,6-bis(2,4-dimetilfenil)-1,3,5-triazina, 2,4-bis(4-[2-etilhexiloxi]-2-hidroxifenil)-6-(4-metoxifenil)-1,3,5-triazina, 2,4-bis(4-bifenilil)-6-[2-hidroxi-4-(2-etilhexiloxi)fenil]-1,3,5-triazina.

3. Desactivadores de metales, por ejemplo, N,N'-difeniloxamida, N-salicilal-N'-saliciloil hidrazina, N,N'-bis(saliciloil)hidrazina, N,N'-bis(3,5-di-ter-butil-4-hidroxifenilpropionil)hidrazina, 3-saliciloilamino-1,2,4-triazol, bis(benciliden)oxalil dihidrazida, oxanilida, isoftaloil dihidrazida, sebacoil bisfenilhidrazida, N,N'-diacetiladipoil dihidrazida, N,N'-bis(saliciloil)oxalil dihidrazida, N,N'-bis(saliciloil)tiopropionil dihidrazida.

4. Fosfitos y fosfonitos, por ejemplo fosfito de trifenilo, fosfitos de difenilalquilo, fosfitos de fenildialquilo, fosfito de tris(nonilfenilo), fosfito de trilaurilo, fosfito de trioctadecilo, difosfito de diestearilopentaeritritol, fosfito de tris(2,4-di-ter-butilfenilo), difosfito de diisodecil pentaeritritol, difosfito de bis(2,4-di-ter-butilfenil)pentaeritritol, difosfito de bis(2,4-di-cumilfenil)pentaeritritol, difosfito de bis(2,6-di-ter-butil-4-metilfenil)pentaeritritol, difosfito de diisodecilohipentaeritritol, difosfito de bis(2,4-di-ter-butil-6-metilfenil)pentaeritritol, difosfito de bis(2,4,6-tris(ter-butilfenil)pentaeritritol, trifosfito de triestearil sorbitol, difosfonito de tetrakis(2,4-di-ter-butilfenil) 4,4'-bifenileno, 6-isooctiloxi-2,4,8,10-tetra-ter-butil-12H-dibenc[d,g]-1,3,2-dioxafosfocina, fosfito de bis(2,4-di-ter-butil-6-metilfenil)metilo, fosfito de bis(2,4-di-ter-butil-6-metilfenil)etilo, 6-fluoro-2,4,8,10-tetra-ter-butil-12-metil-dibenc[d,g]-1,3,2-dioxafosfocina, 2,2',2''-nitrito[triethyltris(3,3',5,5'-tetra-ter-butil-1,1'-bifenil-2,2'-diil)fosfito], 2-etilhexil(3,3',5,5'-tetra-ter-butil-1,1'-bifenil-2,2'-diil)fosfito, 5-butil-5-etil-2-(2,4,6-tri-ter-butilfenoxi)-1,3,2-dioxafosfirano, ácido fosforoso, triésteres mixtos de 2,4-bis(1,1-dimetilpropil)fenilo y 4-(1,1-dimetilpropil)fenilo (CAS N.º 939402-02-5), ácido fosforoso, trifeniléster, polímero con α-hidro-ω-hidroxipoli[oxi(metil-1,2-etanedil)] C10-16-alquil ésteres (CAS: 1227937-46-3), Doverphos LGP-12 (CAS:116265-68-1).

Se prefieren especialmente los siguientes fosfitos: tris(2,4-di-ter-butilfenil) fosfito, tris(nonilfenil) fosfito, bis(2,4-di-cumilfenil)pentaeritritol difosfito,



5. Hidroxilaminas, por ejemplo, N,N-dibencilhidroxilamina, N,N-dietilhidroxilamina, N,N-dioctilhidroxilamina, N,N-dilaurilhidroxilamina, N,N-ditetradecilhidroxilamina, N,N-dihexadecilhidroxilamina, N,N-diocetadecilhidroxilamina, N-hexadecil-N-octadecilhidroxilamina, N-heptadecil-N-octadecilhidroxilamina, N,N-dialquilhidroxilamina derivada de amina de sebo hidrogenado o derivada de una fuente vegetal.

6. Nitronas, por ejemplo, N-bencil-alfa-fenilnitrona, N-etil-alfa-metilnitrona, N-octil-alfa-heptilnitrona, N-lauril-alfa-undecilnitrona, N-tetradecil-alfa-tridecilnitrona, N-hexadecil-alfa-pentadecilnitrona, N-octadecil-alfa-heptadecilnitrona, N-hexadecil-alfa-

heptadecilnitrona, N-ocatadecil-alfa-pentadecilnitrona, N-heptadecil-alfa-heptadecilnitrona, N-octadecil-alfa-hexadecilnitrona, nitrona derivada de N,N-dialquilhidroxilamina derivada de amina de sebo hidrogenado.

7. Tiosinergistas, por ejemplo, tiodipropionato de dilaurilo, tiodipropionato de dimistrilo, tiodipropionato de diestearilo, pentaeritritol tetrakis[3-(dodeciltio)propionato] o disulfuro de diestearilo.

8. Barredores de peróxido, por ejemplo, ésteres de ácido β -tiodipropiónico, por ejemplo, los ésteres de laurilo, estearilo, miristilo o tridecilo, mercaptobencimidazol o la sal de zinc de 2-mercaptobencimidazol, dibutilditiocarbamato de zinc, disulfuro de dioctadecilo, pentaeritritol tetrakis(β -dodecilmercapto)propionato.

9. Estabilizadores de poliamida, por ejemplo, sales de cobre en combinación con yoduros y/o compuestos de fósforo y sales de manganeso divalente.

10. Coestabilizadores básicos, por ejemplo, melamina, polivinilpirrolidona, diciandiamida, cianurato de trialilo, derivados de urea, derivados de hidrazina, aminas, poliamidas, poliuretanos, zeolitas, hidrotalcitas, hidrocaluminatos, óxido de zinc, sales de metales alcalinos y sales de metales alcalinotérreos de ácidos grasos superiores, por ejemplo, estearato de calcio, estearato de zinc, behenato de magnesio, estearato de magnesio, ricinoleato de sodio y palmitato de potasio, pirocatecolato de antimonio o pirocatecolato de zinc.

11. Agentes nucleantes, por ejemplo, sustancias inorgánicas, tales como talco, óxidos de metal, tales como dióxido de titanio u óxido de magnesio, fosfatos que incluye sales de fosfato tales como sal sódica de fosfato de 2,2'-metilen-bis(4,6-di-ter-butilfenol), sal de aluminio fosfato de 2,2'-metilen-bis(4,6-di-ter-butilfenol) o sal de litio de fosfato de 2,2'-metilen-bis(4,6-di-ter-butilfenol), carbonatos o sulfatos de, preferentemente, metales alcalinotérreos; compuestos orgánicos, tales como ácidos monocarboxílicos o policarboxílicos y sales de estos, por ejemplo, ácido 4-ter-butilbenzoico, ácido adípico, ácido difenilacético, succinato de sodio o benzoato de sodio, sal de calcio del ácido dicarboxílico de 1,2-ciclohexano, sal disódica del ácido biciclo[2.2.1]heptano-2,3-dicarboxílico; compuestos poliméricos, tales como copolímeros iónicos (ionómeros), derivados de triaminobenceno, tales como 1,3,5-tris[2,2-dimetilpropionilamin]benceno, glicerolato de zinc y derivados de nonitol. Se prefieren especialmente 1,3:2,4-bis(3',4'-dimetilbenciliden)sorbitol, 1,3:2,4-di(parametildibenciliden)sorbitol y 1,3:2,4-di(benciliden)sorbitol.

12. Agentes de relleno y agentes de refuerzo, por ejemplo, carbonato de calcio, silicatos, sílice tratada superficialmente (como se describió, por ejemplo, en US-A-

2007/60.697 y US-A-2009/111.918), fibras de vidrio, microesferas de vidrio, asbesto, talco, caolín, mica, sulfato de bario, óxidos e hidróxidos de metal, negro de carbón, grafito, harina de madera y harinas o fibras de otros productos naturales, fibras sintéticas.

13. Otros aditivos, por ejemplo, plastificantes, lubricantes, emulgentes, pigmentos, aditivos de reología, catalizadores, agentes de control de flujo, abrillantadores ópticos, agentes ignífugos, agentes antiestáticos y agentes de soplado. Otros aditivos también pueden incluir aditivos antibloqueo, que se usan en películas para reducir la adhesión negativa de dos superficies de polietileno entre sí, lo que podría generar de otro modo dificultades para separar las películas. Los aditivos adicionales incluyen aditivos de deslizamiento, que se usan para facilitar el deslizamiento de las superficies de película una sobre la otra. También se pueden agregar agentes antiempañantes.

14. Benzofuranonas e indolinonas, por ejemplo, aquellas divulgadas en U.S. 4.325.863; U.S. 4.338.244; U.S. 5.175.312; U.S. 5.216.052; U.S. 5.252.643; DE-A-4316611;

DE-A-4316622; DE-A-4316876; EP-A-0589839, EP-A-0591102; EP-A-1291384 o 3-[4-(2-acetoxietoxi)fenil]-5,7-di-ter-butilbenzofuran-2-ona, 5,7-di-ter-butil-3-[4-(2-estearoiloxietoxi)fenil]benzofuran-2-ona, 3,3'-bis[5,7-di-ter-butil-3-(4-[2-hidroxietoxi]fenil)benzofuran-2-ona], 5,7-di-ter-butil-3-(4-etoxifenil)benzofuran-2-ona, 3-(4-acetoxi-3,5-dimetilfenil)-5,7-di-ter-butilbenzofuran-2-ona, 3-(3,5-dimetil-4-pivaloiloxifenil)-5,7-di-ter-butilbenzofuran-2-ona, 3-(3,4-dimetilfenil)-5,7-di-ter-butilbenzofuran-2-ona, 3-(2,3-dimetilfenil)-5,7-di-ter-butilbenzofuran-2-ona, 3-(2-acetil-5-isooctilfenil)-5-isooctilbenzofuran-2-ona, 5,7-diter-butil-3-[3,5-dimetil-4-[(1,3,7,9-tetrater-butil-5-metil-5H-benzo[d][1,3,2]benzodioxafosfocin-11-il)oxi]fenil]-3H-benzofuran-2-ona. Las benzofuranonas adecuadas también incluyen compuestos identificados en WO2015/121445 y WO2017/025431.

Se da preferencia a composiciones que contienen adicionalmente otro aditivo seleccionado del grupo que consiste en antioxidantes, estabilizadores de procesamiento, estabilizadores de luz, absorbentes de UV, agentes de relleno, agentes de refuerzo, pigmentos, desactivadores de metales, plastificantes, lubricantes, emulgentes, aditivos de reología, catalizadores, agentes de control de flujo, abrillantadores ópticos, agentes ignífugos, agentes antiestáticos y agentes de soplado.

EJEMPLOS

TioU: El tiouretano de la Fórmula (12).

PER: 2,5-dimetil-2,5-di(ter-butilperoxi)hexano, disponible en el comercio como Enox 101, de Vesta Chemicals

DIC: 2,3-dimetil-2,3-difenilbutano, disponible en el comercio a través de Acros Organics.

Ejemplos 1-8

La estabilización de bases (0,1 % de Irganox® B 225 y 0,05 % de estearato de calcio) y los aditivos enumerados en la Tabla 1 se agregaron a un polvo de polipropileno disponible en el comercio (HA10XT de Polychim Industrie, Francia, índice de fluidez 3 g/10 min ASTM D1238) con una mezcladora de alta velocidad (Mixaco Lab CM 12, Mixaco Maschinenbau, Alemania). La mezcla se extruyó en una extrusora de doble husillo (Berstorff ZE25A x 47D, KraussMaffei Berstorff GmbH, Alemania) a una temperatura de $T_{\text{máx}} = 230\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un rendimiento de 4 kg/h y 100 rpm en N₂. Las cadenas de polímeros resultantes se granularon en un baño de agua.

El índice de fluidez (MFI) se determinó a $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ con 2,16 kg en un Göttfert MI Robo (Göttfert Werkstoff Prüfmaschinen GmbH, Alemania) de acuerdo con EN ISO 1133.

Un aumento en el MFI indica actividad de reducción de la viscosidad, respectivamente, una degradación controlada de la cadena polipropileno. Las diferencias en MFI ("Delta MFI", es decir, MFI de las formulaciones aditivadas en comparación con MFI de la formulación de referencia no aditivada) son una medida de las diferentes actividades de los aditivos. Los resultados se resumen en las Tablas 1a a 1d.

Tabla 1a

	Aditivos	MFI	Delta MFI
Referencia	–	4,6	0,0
Ejemplo comparativo 1	0,006 % de PER	7,5	2,9
Ejemplo comparativo 2	0,04 % de PER	23,7	19,1
Ejemplo comparativo 3	0,06 % de PER	37,1	32,5
Ejemplo comparativo 4	0,006 % de TioU	4,8	0,2
Ejemplo 1	0,003 % de PER 0,003 % de TioU	7,6	3,0

Los Ejemplos comparativos 1-3 mostraron el aumento conocido en MFI cuando se aumenta la concentración de peróxido. El Ejemplo comparativo 4 mostró que TioU casi no afectó el MFI cuando se lo usó sin el peróxido. El Ejemplo 1 demostró que se puede obtener el Delta MFI de alrededor de 3 con solo 0,003 % de peróxido en la combinación con TioU, mientras que, en el Ejemplo comparativo 1, se necesitó el doble, concretamente 0,006 % de peróxido.

Tabla 1b

	Aditivos	MFI	Delta MFI
Referencia	---	4,6	0,0
Ejemplo comparativo 2	0,04 % de PER	23,7	19,1
Ejemplo comparativo 4	0,006 % de TioU	4,8	0,2
Ejemplo 2	0,03 % de PER 0,01 % de TioU	31,6	27,0
Ejemplo 4	0,034 % de PER 0,006 % de TioU	33,0	28,4
Ejemplo 5	0,04 % de PER 0,006 % de TioU	40,3	35,7

Tabla 1c

	Aditivos	MFI	Δ MFI
Referencia	---	4,6	0,0
Ejemplo comparativo 3	0,06 % de PER	37,1	32,5
Ejemplo comparativo 4	0,006 % de TioU	4,8	0,2
Ejemplo 3	0,054 % de PER 0,006 % de TioU	49,2	44,6

Los Ejemplos 2, 3, 4 y 5 demostraron que el Delta MFI incluso puede aumentarse adicionalmente al combinar el peróxido con TioU.

Tabla 1d

	Aditivos	MFI	Delta MFI
Referencia	---	4,6	0,0
Ejemplo comparativo 4	0,006 % de TioU	4,8	0,2
Ejemplo comparativo 5	0,04 % de DIC	4,9	0,3
Ejemplo 6	0,03 % de DIC 0,01 % de TioU	6,2	1,6
Ejemplo 7	0,034 % de DIC 0,006 % de TioU	5,7	1,1
Ejemplo 8	0,04 % de DIC 0,006 % de TioU	5,9	1,3

Los Ejemplos comparativos 4 y 5 mostraron el bajo aumento conocido en MFI con DIC. Los Ejemplos 6-8 demostraron que el Delta MFI puede aumentarse claramente mediante la combinación con TioU.

Ejemplos 9-10

Los Ejemplos 9-10 se elaboraron de la manera descrita en el Ejemplo 1, pero, en lugar de una temperatura de extrusión de 230 °C, se usó una temperatura de 270 °C. Los resultados se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2

	Aditivos	MFI	Delta MFI
Referencia	---	6,6	0,0
Ejemplo comparativo 6	0,04 % de PER	29,5	22,9
Ejemplo 9	0,03 % de PER 0,01 % de TioU	40,2	33,6
Ejemplo 10	0,034 % de PER 0,006 % de TioU	41,1	34,5

Los Ejemplos 9 y 10 demostraron que el Delta MFI puede aumentarse al combinar el peróxido con TioU.

Ejemplos 11-12

Los Ejemplos 11-12 se elaboraron de la manera descrita en el Ejemplo 1, pero, en lugar de una temperatura de extrusión de 230 °C, se usó una temperatura de 250 °C, y se usó un polipropileno comercial diferente (Moplen HP561R molido de LyondellBasell, MFI 25 g/10 min ISO 1133-1). Los resultados se resumen en las Tablas 3a y 3b.

Tabla 3a

	Aditivos	MFI	Delta MFI
Referencia	---	28,6	0
Ejemplo comparativo 7	0,006 % de PER	33,7	5,1
Ejemplo comparativo 8	0,006 % de TioU	31,2	2,6
Ejemplo 11	0,003 % de PER 0,003 % de TioU	34,8	6,1

El Ejemplo 11 demostró que el Delta MFI puede aumentarse al combinar el peróxido con TioU, incluso cuando el peróxido se usa en una concentración menor en comparación con el Ejemplo comparativo 7.

Tabla 3b

	Aditivos	MFI	Delta MFI
Referencia	---	28,6	0
Ejemplo comparativo 9	0,006 % de DIC	28,2	-0,3
Ejemplo comparativo 8	0,006 % de TioU	31,2	2,6
Ejemplo 12	0,003 % de DIC 0,003 % de TioU	30,8	2,1

El Ejemplo 12 demostró que el Delta MFI puede aumentarse al combinar DIC con TioU, incluso cuando la DIC se usa a media concentración en comparación con el Ejemplo comparativo 9.

Ejemplos 13-14

A) Preparación de las mezclas madre

Se produjo una mezcla madre de peróxido al agregar 0,15 % de PER en un polipropileno comercial (Moplen HP 561R molido, MFI 25 de Lyondell Basell) mediante remojo. Con este fin, los pélets de polímero se colocaron en un pistón redondo. El pistón se precalentó hasta 60 °C y luego se agregó el PER con un gotero. El pistón se cerró y selló con PTFE. El pistón se colocó en un evaporador rotativo y la mezcla se trató con rotación continua durante 3 horas.

La mezcla madre de activador se produjo al mezclar 0,15 % del TioU en el mismo polvo de polipropileno (Moplen HP 561R) con la ayuda de una mezcladora de alta velocidad. En la siguiente etapa, la mezcla se mezcló en una extrusora de doble husillo (Berstorff ZE 25AX47D) a 200 °C.

B) Preparación de los artículos no tejidos de dos componentes

Se produjeron artículos no tejidos hilados con polipropileno: Polypropylene Total 7059 (MFI 11, de TotalEnergies) en el núcleo y Polypropylene PP 511A (MFI 25, de Sabic) en la vaina, con y sin los aditivos en el núcleo, en una línea Reicofil 4 de 1 m de ancho con un solo rodillo con alrededor de 6800 orificios por metro de longitud. Los orificios tenían un diámetro de 0,62 mm. El rendimiento por orificio se estableció en 0,55 g/min. La línea tenía una configuración vaina-núcleo con 20 % en peso del polímero en la vaina y de 80 % en peso del polímero en el núcleo. Se prepararon las fibras comparativas, en donde ambos dominios estaban libres del aditivo.

Los artículos no tejidos se produjeron con un peso de tela de 70 g/m² (velocidad de línea: 52m/min). La finura de filamento diana fue de 1,7 dtex (dtex es una unidad de medida para la densidad de masa lineal de las fibras y se define como la masa en gramos por 10000 metros). Los artículos no tejidos se unieron térmicamente mediante el uso de un rollo en relieve a 165 °C con una presión de compresión a 90N/mm.

Los aditivos proporcionados en las siguientes tablas se agregaron a través de sus mezclas madre correspondientes descritas anteriormente, en donde el % en peso indica la cantidad total del aditivo en la mezcla madre.

Se proporcionan a continuación condiciones de procesamiento adicionales:

- La temperatura de la extrusora es la temperatura usada para extruir el polipropileno o mezcla de polipropileno/aditivo en la línea del Reicofil 4, que se estableció en 270 °C para el núcleo y en 250 °C para la vaina en todos los ejemplos.

- La presión de cabina es la presión de cabina es la presión en la cabina después y debajo de la matriz, que se estableció en 4500 Pa en todos los ejemplos.

C) Evaluación de las propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de las telas no tejidas se determinaron de acuerdo con DIN EN 29073-3 con una longitud de sujeción de muestra de 100 mm, ancho de muestra de 50 mm, avance (velocidad de deformación) de 200 mm/min. TD de resistencia a la tracción y TD de alargamiento son los valores máximos correspondientes medidos en una dirección perpendicular a la dirección de la máquina. MD de alargamiento son los valores máximos correspondientes medidos en la dirección de la máquina. Los resultados se resumen en las Tablas 4a y 4b.

Tabla 4a

	Aditivos	TD de resistencia a la tracción N/5cm
Referencia	---	116,8
Ejemplo comparativo 10	0,006 % de TioU	125,1
Ejemplo comparativo 11	0,006 % de PER	131,4
Ejemplo 13	0,003 % de TioU 0,003 % de PER	133,0

El Ejemplo 13 demostró que la resistencia a la tracción aumentó en comparación con los Ejemplos comparativos 10-11, incluso cuando se usó una cantidad menor o la mitad de PER.

Tabla 4b

	Aditivos	MD de alargamiento %	TD de alargamiento %
Referencia	---	125,3	119,4
Ejemplo comparativo 12	0,006 % de TioU	133,0	129,4
Ejemplo comparativo 13	0,006 % de PER	147,5	129,1
Ejemplo 14	0,003 % de TioU 0,003 % de PER	149,3	130,2

El Ejemplo 14 demostró que el alargamiento aumentó en comparación con los Ejemplos comparativos 12-13, incluso cuando se usó una cantidad menor o la mitad de PER.