

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 391**

51 Int. Cl.:

**C07D 323/00** (2006.01)

**C08K 5/14** (2006.01)

**C10L 1/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.03.2015 PCT/EP2015/054800**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.09.2015 WO15135865**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2015 E 15711069 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 3116865**

54 Título: **Composición de peróxido de cetona cíclico**

30 Prioridad:

**11.03.2014 EP 14158878**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.02.2018**

73 Titular/es:

**AKZO NOBEL CHEMICALS INTERNATIONAL B.V.  
(100.0%)  
Stationsstraat 77  
3811 MH Amersfoort, NL**

72 Inventor/es:

**VAN DER SCHUUR, JAN MARTIJN;  
NUYSINK, JOHAN;  
MILLET, RENAUD CHARLES JOSEPH y  
FISCHER, BART**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 656 391 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

Composición de peróxido de cetona cíclico

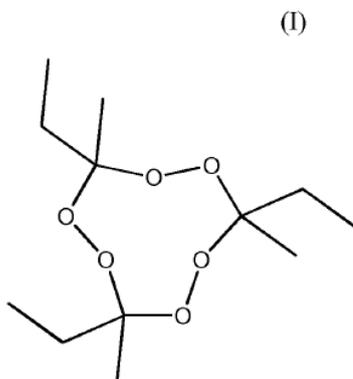
La presente invención se refiere a una composición que contiene peróxidos de cetonas cíclicos, a un procedimiento para preparar dichas composiciones y al uso de dichas composiciones.

- 5 Las composiciones de peróxidos de cetonas cíclicos son conocidas como tales. Por ejemplo, el documento WO 96/03397 describe composiciones de peróxidos de cetonas cíclicos que comprenden uno o más peróxidos de cetonas cíclicos y uno o más diluyentes. Sin embargo, las composiciones que se describen plantean un riesgo de seguridad cuando se almacenan a 0°C o menos, debido a la formación de cristales explosivos. Estos cristales pueden explotar espontáneamente durante el almacenamiento y por tanto representan un grave riesgo de seguridad.
- 10 Aunque estos problemas de seguridad podrían resolverse diluyendo considerablemente las composiciones del documento WO 96/03397, esto sería muy indeseable porque daría como resultado composiciones con un contenido de oxígeno activo demasiado bajo, lo que haría que estas composiciones fueran ineficaces en su aplicación y al mismo tiempo conducirían a una contaminación inaceptable de los polímeros producidos con estas composiciones de peróxidos.
- 15 El documento WO 2004/072059 aborda los riesgos de seguridad ocasionados por la cristalización de este tipo de peróxidos y mitiga estos riesgos añadiendo uno o más peróxidos de dialquilo a la composición de peróxidos de cetonas cíclicos. Los peróxidos de dialquilo, sin embargo, son susceptibles a cargas estáticas y por consiguiente difíciles de manipular. También plantean posibles riesgos para la salud.

- 20 Una solución adicional al problema ha sido proporcionada por el documento WO 2004/052877, que añade un compuesto de co-cristalización, es decir, un compuesto que solidifica en la composición a una temperatura superior a la temperatura de cristalización del peróxido. Un ejemplo de dicho compuesto de co-cristalización es una cera de parafina. Lamentablemente, dichas composiciones no son adecuadas para usar en todos los tipos de procesos de polimerización y modificación de (co)polímeros. Por ejemplo, en la producción de polietileno de baja densidad (LDPE), el compuesto de co-cristalización solidifica bajo las condiciones de reacción de alta presión que se aplican, que pueden bloquear los conductos (dosificación del peróxido) del sistema del reactor (tubular) que se utiliza. Además, en la mayoría de los campos de uso, el compuesto de co-cristalización acaba en el producto final y se ve típicamente como un contaminante no deseado.

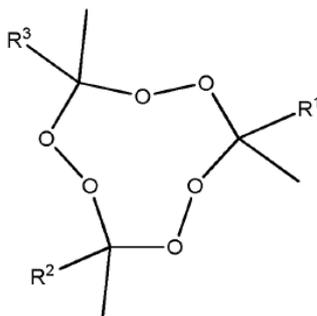
- 30 Por tanto, un objeto de la presente invención es resolver los problemas antes descritos y mejorar la seguridad y estabilidad en el almacenamiento de las composiciones que contienen peróxidos de cetonas cíclicos sin requerir la adición de un compuesto de co-cristalización o peróxido de dialquilo.

Este objeto se consigue proporcionando una composición que contiene al menos dos peróxidos de cetonas cíclicos triméricos: un peróxido de metiletilcetona cíclico trimérico (3MEK-cp) de fórmula (I)



y al menos un peróxido que satisface la fórmula (II)

(II)



en donde  $R^1$  a  $R^3$  se seleccionan independientemente de grupos alquilo y alcoxilalquilo, teniendo dichos grupos 2 a 5 átomos de carbono, estando el número total de átomos de carbono más oxígeno de  $R^1+R^2+R^3$  en el intervalo 7-15, y estando la relación molar entre 3MEK-cp y la cantidad total de peróxidos que satisfacen la fórmula (II) en el intervalo de 10:90 a 80:20.

En esta memoria descriptiva, el término grupo alcoxilalquilo se refiere a un grupo con la fórmula  $-C_nH_{2n}-O-C_mH_{2m+1}$ , en donde tanto n como m son al menos 1. Debido a que el número total de átomos de carbono de dicho grupo alcoxilalquilo está en el intervalo 2-5, n+m está en el intervalo 2-5.

En una realización preferida,  $R^1$  a  $R^3$  son grupos alquilo que tienen de 2 a 5 átomos de carbono, estando el número total de átomos de carbono de  $R^1+R^2+R^3$  en el intervalo 7-15.

En una realización aún más preferida, dichos grupos alquilo son grupos alquilo lineales.

En otra realización preferida, la relación molar entre 3MEK-cp y la cantidad total de peróxidos que satisface la fórmula (II) está en el intervalo de 20:80 a 80:20, más preferiblemente en el intervalo de 40:60 a 80:20, y lo más preferiblemente en el intervalo de 50:50 a 80:20.

Las cantidades de los diferentes peróxidos en la composición se pueden analizar por HPLC de fase inversa usando una columna de C18 y un gradiente de agua/acetonitrilo como fase móvil.

La composición de acuerdo con la invención se considera segura si el punto de cristalización es inferior a  $-5^\circ\text{C}$ , preferiblemente inferior a  $-15^\circ\text{C}$ , más preferiblemente inferior a  $-25^\circ\text{C}$  y lo más preferiblemente inferior a  $-40^\circ\text{C}$ .

El punto de cristalización de la composición se determina cómo sigue: en primer lugar, se enfría la composición hasta una temperatura predeterminada  $T_1$ . Si, después de 1 hora de agitación a  $T_1$ , se forman cristales en la composición, esta se calienta hasta una temperatura ( $T_2$ ) que es  $3^\circ\text{C}$  mayor que  $T_1$ . Después de agitar durante aproximadamente 6 horas, se controla la composición para verificar si los cristales están o no disueltos. Si no están disueltos todos los cristales, la temperatura de la composición se aumenta otros  $3^\circ\text{C}$  y se agita a dicha temperatura ( $T_3$ ) durante otras 6 horas. Estas etapas se repiten hasta que se alcanza una temperatura final a la que se disuelven todos los cristales. Esta temperatura final se define como el punto de cristalización de la composición. Sin embargo, si no se forman cristales después de 1 hora de agitación a  $T_1$ , se añade a la composición una cantidad muy pequeña (como máximo 0,05%, basada en la cantidad de peróxido de cetona cíclico en la composición) de semillas de 3MEK-cp puro. Después de la adición de las semillas, la composición se agita durante 24 horas, después de lo cual se verifica de nuevo la presencia de cristales. Si no se han formado cristales, la temperatura de la composición se disminuye  $10^\circ\text{C}$  ( $T_1-10^\circ\text{C}$ ) y se siembra nuevamente. Si se forman cristales después de que esta temperatura disminuya, la temperatura se aumenta a intervalos de  $3^\circ\text{C}$ , de acuerdo con el procedimiento antes descrito, hasta que se hayan disuelto todos los cristales. Sin embargo, si no se han formado cristales, la temperatura de la composición se disminuye otros  $10^\circ\text{C}$  ( $T_1-20^\circ\text{C}$ ) y se añade a la formulación otra pequeña cantidad de semillas. Las etapas del procedimiento se repiten (como se ha descrito antes) hasta que se determina el punto de cristalización de la composición.

Preferiblemente, al menos uno de los peróxidos que satisfacen la fórmula (II) es 3,6-dietil-3,6,9-trimetil-9-(n-propil)-1,2,4,5,7,8-hexaoxonano (2MEK1MPK-cp). En una realización incluso más preferida, también está/están presente(s) en la composición 3-etil-3,6,9-trimetil-6,9-di(n-propil)-1,2,4,5,7,8-hexaoxonano (1MEK2MPK-cp) y/o 3,6,9-trimetil-3,6,9-tri(n-propil)-1,2,4,5,7,8-hexaoxonano (3MPK-cp).

La composición de acuerdo con la invención contiene preferiblemente un diluyente. Ejemplos de diluyentes adecuados son disolventes hidrocarbonados lineales y ramificados. Ejemplos de dichos solventes son isododecano, tetradecano, tridecano, mezclas comerciales de dichos hidrocarburos, tales como Isopar® M, Isopar® L, Spirdane® D60, Exxsol® D80, Exxsol® D100, Exxsol® D100S, Soltrol® 145, Soltrol® 170, Varsol® 80, Varsol® 110, Shellsol®

D100, Shellsol® D70 y Halpasol® i 235/265, y sus mezclas. Los diluyentes particularmente preferidos son Isopar® M y Soltrol® 170. Se pueden encontrar ejemplos de otros diluyentes adecuados en la patente de EE.UU. 5.808.110. Aunque menos preferida, también es posible usar una fracción específica de los oligómeros de estireno descritos en el documento WO 93/25615.

- 5 Preferiblemente, la composición de la presente invención comprende al menos 45% en peso, más preferiblemente al menos 50% en peso y lo más preferiblemente al menos 55% en peso de diluyente, y preferiblemente como máximo 85% en peso, más preferiblemente como máximo 80% en peso y lo más preferiblemente como máximo 75% en peso de diluyente, basado en el peso total de la composición.

- 10 La composición de la presente invención puede contener opcionalmente ciertos aditivos, siempre que estos aditivos no supriman significativamente la seguridad, la transportabilidad y/o la estabilidad en el almacenamiento de la composición. Los ejemplos adecuados de dichos aditivos son: antiozonantes, antioxidantes, antidegradantes, estabilizadores frente a UV, co-agentes, fungicidas, agentes antiestáticos, pigmentos, colorantes, agentes de acoplamiento, adyuvantes de la dispersión, agentes de expansión, lubricantes, aceites de proceso y agentes desmoldeantes. Estos aditivos se pueden emplear en sus cantidades convencionales. Si se usan, dichos aditivos se añaden típicamente a la composición de peróxidos de cetonas cíclicos poco antes de que la composición se use en un proceso de polimerización o modificación de (co)polímeros.

- 15 La cantidad total de peróxidos de cetonas cíclicos triméricos de acuerdo con las fórmulas (I) y (II) en la composición de acuerdo con la presente invención es preferiblemente al menos 15% en peso, más preferiblemente al menos 20% en peso y lo más preferiblemente al menos 25% en peso, y preferiblemente como máximo 55% en peso, más preferiblemente como máximo 50% en peso y lo más preferiblemente como máximo 45% en peso.

Hay dos formas de preparar composiciones de peróxidos de cetonas cíclicos triméricos como se ha descrito antes. El primer método implica la mezcla de 3MEK-cp con el(los) peróxido(s) que satisface(n) la fórmula (II).

- 25 El segundo método, que es el método preferido, implica la reacción de peróxido de hidrógeno con una mezcla de cetonas que comprende metiletilcetona (MEK) y al menos una cetona de fórmula  $\text{CH}_3\text{-C(=O)-R}$ , donde R es un grupo alquilo con 3 a 5 átomos de carbono o un grupo alcoxilalquilo con 2 a 5 átomos de carbono. Esta reacción requiere la presencia de ácido.

Este método tiene la ventaja de requerir solo una reacción de preparación de peróxido, en lugar de dos.

- 30 Las cetonas preferidas de fórmula  $\text{CH}_3\text{-C(=O)-R}$  incluyen metil-n-propilcetona (R = n-propilo), metilisopropilcetona (R = isopropilo), metil-n-butilcetona (R = n-butilo), metilisobutilcetona (R = isobutilo), metilamilcetona (R = n-pentilo), metilisoamilcetona (R = 3-metilbutilo) y metoxiacetona (R =  $-\text{CH}_2\text{-O-CH}_3$ ).

La cetona más preferida es metil-n-propilcetona (R = n-propilo).

La relación molar entre metiletilcetona y la cantidad total de cetonas de fórmula  $\text{CH}_3\text{-C(=O)-R}$  como se ha definido antes para ser usada en este procedimiento está preferiblemente en el intervalo de 25:75 a 95:5, más preferiblemente 30:70-70:30, incluso más preferiblemente 40:60-70:30 y lo más preferiblemente 50:50-70:30.

- 35 La reacción se realiza preferiblemente a una temperatura en el intervalo de  $-5^\circ\text{-}20^\circ\text{C}$ , más preferiblemente de  $0^\circ\text{-}10^\circ\text{C}$  y lo más preferiblemente de  $0\text{-}5^\circ\text{C}$ . Temperaturas más altas promueven la formación de peróxidos de cetonas cíclicos diméricos; temperaturas más bajas ralentizan la velocidad de reacción y aumentan la formación de peróxidos lineales.

- 40 La reacción se realiza en presencia de un ácido. Este es preferiblemente un ácido fuerte. El ácido más preferido es ácido sulfúrico. Se prefieren soluciones en agua de ácido sulfúrico al 78-85% en peso. Menor concentración de ácido reduce la conversión y la velocidad de reacción; mayor concentración de ácido puede crear problemas de seguridad y más subproductos.

- 45 Por razones de seguridad, es altamente deseable realizar la reacción en presencia de un diluyente. Los diluyentes adecuados son los enumerados anteriormente. El diluyente se mezcla preferiblemente con la mezcla de cetonas antes de la adición de ácido y peróxido de hidrógeno.

El ácido y el peróxido de hidrógeno (por separado o en mezcla) se añaden preferiblemente lentamente a la mezcla de cetonas. Más preferiblemente, se añaden dosificadamente a dicha mezcla en 30-90 minutos, incluso más preferiblemente 40-80 minutos, más preferiblemente 50-70 minutos.

- 50 Después de la adición del ácido y el peróxido de hidrógeno, la mezcla de reacción se deja reaccionar preferiblemente durante otros al menos 60, más preferiblemente al menos 70, minutos.

Además de los peróxidos de fórmulas (I) y (II), en esta reacción se pueden formar algunas estructuras lineales así como algunas estructuras cíclicas diméricas. Esto también significa que la composición de acuerdo con la presente invención puede contener algunos peróxidos de cetonas lineales y/o cíclicos diméricos.

La composición de peróxidos de acuerdo con la presente invención se puede usar adecuadamente como aditivo diésel, como iniciador de la reticulación, para iniciar reacciones de (co)polimerización (por radicales) (por ejemplo, procesos de polimerización de etileno a alta presión para producir polietileno de baja densidad, polimerizaciones de estireno y polimerizaciones de acrilato) y procesos de modificación de (co)polímeros (por ejemplo, modificación de la resistencia a la fusión de polipropileno o poli(ácido láctico) y procesos de formación de polipropileno de reología controlada (CR-PP)).\*\*\*

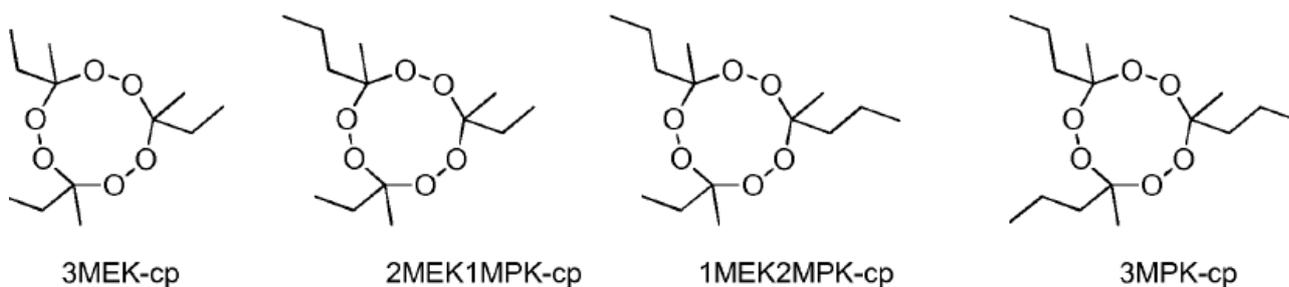
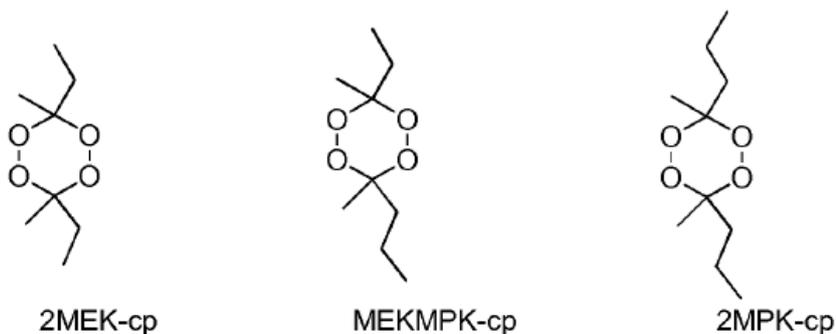
### Ejemplos

#### Ejemplo 1

En un matraz Erlenmeyer de 150 mL, se añadió H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-78% (27,8 g) a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-70% (22,8 g) a 0°C (la premezcla). La premezcla se mantuvo a 0°C hasta que se necesitó.

Se cargó un reactor de 300 mL equipado con un agitador de turbina con Isopar M (38 g), metiletilcetona (MEK; 24,7 g, 343 mmol) y metil-n-propilcetona (MPK; 12,6 g, 147 mmol). La relación molar entre MEK y MPK fue 70:30. La mezcla se agitó (1200 rpm) y se enfrió hasta 0°C. La premezcla se añadió dosificadamente a la mezcla durante un período de 60 minutos (0,650 mL/min) mientras se mantenía la temperatura entre -1°C y +1°C. La reacción se mantuvo a 0°C durante 75 minutos después de la dosificación. La reacción se detuvo por adición de agua (13,8 g) y se separaron las fases. Se retiró la capa acuosa (parte inferior).

La HPLC mostró la formación de los siguientes compuestos en las cantidades recogidas en la Tabla 1.



Una muestra de la composición se almacenó a -26°C durante 12 días en un baño de alcohol isopropílico. Después de 5 días, se determinó el contenido total de oxígeno activo (Oa) por medio de una titulación de acuerdo con ASTM D2180-89 (2008). Este Oa se comparó con el de la composición recién preparada. Tanto antes como después de este período de almacenamiento, el contenido de oxígeno activo fue del 8% en peso, lo que significa que no se produjo ninguna descomposición de peróxido significativa durante el almacenamiento.

Después de 12 días de almacenamiento, se tomaron dos muestras. Una fue analizada directamente por HPLC; se dejó que la otra muestra alcanzara la temperatura ambiente (20°C). Los resultados se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1

Componente	Composición preparada recientemente (% en peso)	Relación molar de peróxidos cíclicos triméricos	Muestra después de 12 días a -26°C (% en peso)	Muestra después de 12 días a -26°C y luego calentada hasta 20°C (% en peso)
Isopar M	50,3		50,3	50,6
MEK	0,1		0,1	0,1
MPK	1,5		0,7	1,0
2MEK-cp	2,3		2,1	2,2
MEKMPK-cp	2,1		2,0	2,0
2MPK-cp	0,6		0,6	0,6
3MEK-cp	18,9	45,5	19,4	19,1
2MEK1MPK-cp	17,6	40,2	18,1	17,8
1MEK2MPK-cp	5,9	12,8	6,0	5,9
3MPK-cp	0,7	1,5	0,7	0,7

No se observaron cambios notables en la composición de la muestra, lo que significa que la composición era químicamente estable en estas condiciones.

#### 5 Ejemplo 2

Se repitió el ejemplo 1 usando MEK y MPK en diferentes relaciones molares y las temperaturas de cristalización de las composiciones recientemente preparadas de los Ejemplos 1 y 2 se determinaron por el método antes descrito.

10 Todos los ensayos se realizaron en un tubo de ensayo con un diámetro de 28 mm. En el tubo de ensayo se vertió una muestra de aproximadamente 25 mL y se cerró el tubo herméticamente con un tapón de caucho. La primera temperatura ( $T_1$ ) fue -15°C. Como semillas, se usaron cristales puros de 3MEK-cp.

Tabla 2

MEK (% en moles)	100	50	70	75	80
MPK (% en moles)	0	50	30	25	20
T cristalización (°C)	0°C	-28	<-28 <sup>1</sup>	-16	-15

<sup>1</sup> no se observó cristalización a -28°C

#### Ejemplo 3

15 Se repitieron los ejemplos 1 y 2 usando metilisobutilcetona (MiBK) en lugar de metil-n-propilcetona. Los resultados se recogen en la Tabla 3.

Tabla 3

Cetona(s) distinta(s) de MEK	Relación molar MEK:otra(s) cetona(s)	T cristalización (°C)
MPK	50:50	-28
MiBK	90:10	-20
MiBK	50:50	-23

#### Ejemplo 4

Se repitieron los ejemplos 1 y 2 usando MEK, MPK y metilisopropilcetona (MiPK) como las cetonas, en una relación

molar MEK:MPK:MiPK de 70:15:15. La temperatura de cristalización de la mezcla resultante fue -23°C y la composición de la mezcla se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Componente	Relación molar de peróxidos cíclicos triméricos
3MEK-cp	46,9
2MEK1MiPK-cp	16,7
2MEK1MPK-cp	24,3
1MEK2MiPK-cp	1,7
1MEK1MPK1MiPK-cp	5,4
1MEK2MPK-cp	4,2
2MiPK1MPK-cp	0,3
1MiPK2MPK-cp	0,3
3MPK-cp	0,2

5 Ejemplo 5

Se repitieron los ejemplos 1 y 2 usando MEK, MPK y MiBK como las cetonas, en una relación molar MEK:MPK:MiBK de 70:27:3.

Parte de la formulación resultante se almacenó durante tres semanas a -40°C; otra parte se almacenó durante tres semanas a temperatura ambiente.

10 No se observó cristalización en las muestras durante este período de almacenamiento. Tampoco el almacenamiento durante un día a -44°C o 2 días a -48°C dio como resultado ninguna cristalización.

Además, no se observó aumento en el poder explosivo después de almacenamiento a -40°C en comparación con el almacenamiento a temperatura ambiente. El poder explosivo fue cinco veces menor que el de una muestra cristalizada obtenida a partir de MEK como la única cetona almacenada a -15°C (véase la tabla 2).

15 Ejemplo 6

La composición de peróxidos resultante del Ejemplo 1 se usó para degradar polipropileno y se comparó su eficacia con la del 3MEK-cp al 41% en peso comercial en Isopar M (Trigonox® 301).

La degradación de polipropileno (PP) se realizó a dos temperaturas diferentes (190°C y 225°C) y a tres contenidos de oxígeno activo diferentes (5,2 mg, 10,5 mg y 15,6 mg/100 g de PP).

20 Se extruyó polipropileno (750 g) usando un sistema PolyLab OS equipado con un extrusor Haake PTW16 (doble tornillo corrotante). Ajustes de temperatura: tolva a 30°C, zona 1 a 160°C y zonas 2-10 a 225°C o 190°C.

Se midió el índice de flujo de fusión (MFI) del PP degradado y, como se muestra en las Tablas 5 y 6, resultó que ambas composiciones de peróxidos tenían la misma eficacia en la degradación de PP, en todos los contenidos de oxígeno activo y a ambas temperaturas. Esto muestra que la composición de acuerdo con la invención mejora la seguridad de 3MEK-cp sin perjudicar su eficacia.

25

Tabla 5: degradación de PP a 190°C

	Contenido de oxígeno activo (mg/100 g de PP)		
	5,2	10,5	15,6
	MFI a 230°C/2,16 kg (g/10 min)		
Trigonox® 301	16	40	75
Ejemplo 1	16	41	74

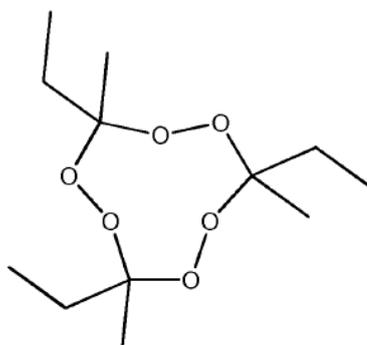
Tabla 6: degradación de PP a 225°C

	Contenido de oxígeno activo (mg/100 g de PP)		
	5,2	10,5	15,6
	MFI a 230°C/2,16 kg (g/10 min)		
Trigonox® 301	14	38	72
Ejemplo 1	14	37	77

REIVINDICACIONES

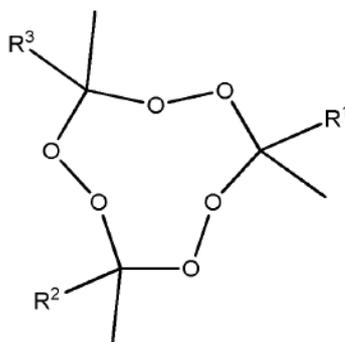
1. Una composición que comprende al menos dos peróxidos de cetonas cíclicos triméricos: un peróxido de metiletilcetona cíclico trimérico (3MEK-cp) de fórmula (I)

(I)



5 y al menos un peróxido que satisface la fórmula (II)

(II)



10 en donde  $R^1$  a  $R^3$  se seleccionan independientemente de grupos alquilo y alcoxilquilo, teniendo dichos grupos 2 a 5 átomos de carbono, estando el número total de átomos de carbono más oxígeno de  $R^1+R^2+R^3$  en el intervalo 7-15, y estando la relación molar entre 3MEK-cp y la cantidad total de peróxidos que satisfacen la fórmula (II) en el intervalo de 10:90 a 80:20.

2. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que  $R^1$  a  $R^3$  son grupos alquilo que tienen de 2 a 5 átomos de carbono, estando el número total de átomos de carbono de  $R^1+R^2+R^3$  en el intervalo 7-15.

3. Composición de acuerdo con la reivindicación 2, en la que los grupos alquilo son grupos alquilo lineales.

15 4. Composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la relación molar entre 3MEK-cp y la cantidad total de peróxidos que satisfacen la fórmula (II) está en el intervalo de 40:60 a 80:20.

5. Composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la composición comprende además un diluyente en una cantidad de 45-85% en peso, basado en el peso de la composición.

20 6. Composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la cantidad total de peróxidos de cetonas cíclicos triméricos de acuerdo con las fórmulas (I) y (II) está en el intervalo 15-55% en peso, basado en el peso de la composición.

7. Composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que al menos uno de los peróxidos que satisfacen la fórmula (II) es 3,6-dietil-3,6,9-trimetil-9-(n-propil)-1,2,4,5,7,8-hexaoxonano.

25 8. Composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que al menos uno de los peróxidos que satisfacen la fórmula (II) es 3-dietil-3,6,9-trimetil-6,9-di(n-propil)-1,2,4,5,7,8-hexaoxonano.

9. Composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que al menos uno de los peróxidos que satisfacen la fórmula (II) es 3,6,9-tri(n-propil)-3,6,9-trimetil-1,2,4,5,7,8-hexaoxonano.

10. Un procedimiento para preparar una composición de peróxidos de cetonas cíclicas haciendo reaccionar, en presencia de ácido, peróxido de hidrógeno con una mezcla de cetonas que comprende metiletilcetona (MEK) y al menos una cetona de fórmula  $\text{CH}_3\text{-C(=O)-R}$ , donde R es un grupo alquilo con 3 a 5 átomos de carbono o un grupo alcoxialquilo con 2 a 5 átomos de carbono, estando la relación molar entre MEK y la cantidad total de cetonas de fórmula  $\text{CH}_3\text{-C(=O)-R}$  en el intervalo de 25:75 a 95:5.
- 5 11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en donde R es un grupo alquilo.
12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en donde R es n-propilo.
13. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10-12, en donde la relación molar entre MEK y la cantidad total de cetonas de fórmula  $\text{CH}_3\text{-C(=O)-R}$  está en el intervalo de 50:50 a 70:30.
- 10 14. Uso de la composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9 u obtenible por el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 10-13, como aditivo diésel.
- 15 15. Uso de la composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9 u obtenible por el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 10-13, como iniciador de la reticulación.
16. Uso de la composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9 u obtenible por el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 10-13, para iniciar una reacción de (co)polimerización por radicales.
17. Uso de la composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9 u obtenible por el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 10-13, en un procedimiento de modificación de (co)polímeros.